

Aus der Klinik für Kieferorthopädie  
(Direktor: Prof. Dr. med. dent. Helge Fischer-Brandies)  
im Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel  
an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

**BEURTEILUNG DES REZIDIVS NACH KIEFERORTHOPÄDISCH-  
KIEFERCHIRURGISCHER BEHANDLUNG DER SKELETTALEN KLASSE III  
ANHAND VON FERNRÖNTGENSEITENBILDERN**

Inauguraldissertation  
zur  
Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde  
der Medizinischen Fakultät  
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von

**INKEN FRIEDERIKE DE HAAN**

aus Eckernförde

Kiel 2012

1. Berichterstatter:

Prof. Dr. med. dent. Helge Fischer-Brandies

2. Berichterstatter:

Priv.-Doz. Dr. Dr. Becker

Tag der mündlichen Prüfung:

25.10.2012

Zum Druck genehmigt, Kiel, den

25.10.2012

gez.: \_\_\_\_\_

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>V</b>
-----------------------------------	----------

<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>VI</b>
-----------------------------------	-----------

<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>VIII</b>
---------------------------------	-------------

<b>1. Einleitung .....</b>	<b>1</b>
----------------------------	----------

1.1. Der Begriff Dysgnathie .....	1
1.2. Die Klasse III.....	2
1.2.1. Therapie.....	3
1.3. Historische Entwicklung der Operationsmethoden .....	5
1.3.1. Unterkieferosteotomie.....	5
1.3.2. Oberkieferosteotomie .....	6
1.4. Kephalometrie .....	8
1.5. Fragestellung der Arbeit.....	9

<b>2. Material und Methoden .....</b>	<b>11</b>
---------------------------------------	-----------

2.1. Patienten .....	11
2.2. Operationsmethode .....	12
2.2.1. Le-Fort-I Osteotomie .....	13
2.2.2. Sagittale Unterkieferspaltung nach Obwegeser Dal Pont.....	13
2.3. FRS .....	14
2.3.1. Aufnahmetechnik .....	14
2.3.2. Analyse .....	15
2.4 Einteilung der Patienten in Gruppen.....	19
2.5. Statistische Analyse .....	20

<b>3. Ergebnisse .....</b>	<b>22</b>
----------------------------	-----------

3.1 Fehlerbestimmung .....	22
3.2 Geschlechts- und Altersverteilung .....	22
3.3 Gruppen.....	23
3.3.3 Ergebnisse von Verlagerungsstrecken und – winkeln in Bezug auf die Gruppen-einteilung	26
3.3.3.1 SNB und Abstand N-B .....	26
3.3.3.2 SNA und Abstand N-A.....	27

3.4 Korrelation zwischen SNA / SNB und zusätzlichen Variablen .....	28
3.5 Verlagerungsstrecken und -winkel.....	30
3.5.1 Ergebnisse der Verlagerungsstrecken (Abstand SN zu Punkt A/B) .....	31
3.5.1.1 Gruppen Verlagerungsstrecken Unterkiefer / Abstand N - B.....	31
3.5.1.2 Gruppen Verlagerungsstrecke Oberkiefer / Abstand N - A.....	32
3.5.2 Ergebnisse der Winkelveränderungen (SNA / SNB) .....	33
3.5.3 Ergebnisse der klinisch relevanten Rückstellungen .....	36
3.6 Ergebnisse anderer Variablen .....	37
3.6.1 ANB .....	38
3.6.2 Wits-Wert .....	38
3.6.3 SN-Pg .....	38
3.6.4 Abstand N-Me .....	39
3.6.5 Abstand N-Pg.....	39
3.6.6 Abstand N-ANS und PNS.....	39
<b>4. Diskussion .....</b>	<b>41</b>
<b>5. Zusammenfassung.....</b>	<b>48</b>
<b>6. Literaturverzeichnis.....</b>	<b>49</b>
<b>7. Anhang.....</b>	<b>54</b>
7.1 Tabellen .....	54
7.1.1 Kolmogorov-Smirnov.....	54
7.1.2 t-test .....	55
<b>8. Danksagung.....</b>	<b>57</b>
<b>9. Lebenslauf.....</b>	<b>58</b>



## Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
Abk.	Abkürzung
ANS	Spina nasalis anterior
Bimax	bimaxilläre Operation
FRS	Fernröntgenseitenbild
LFI	Le-Fort-I
Me	Menton
Monomax	monomaxilläre Operation
N	Nasion
ODP	Obwegeser Dal Pont
Pg	Pogonion
PNS	Spina nasalis posterior
S	Sella

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1:</b> Profilaufnahme einer Patientin (Alter: 20 Jahre) mit einer mandibulären Prognathie (skelettale Klasse III) .....	2
<b>Abbildung 2:</b> Interdisziplinäre Behandlung des Dysgnathiepatienten (mit Genehmigung des Thieme Verlages aus Schwenzer N, Ehrenfeld M (2000), Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Spezielle Chirurgie, 3. aktualisierte und erweiterte Auflage, Thieme, Stuttgart) .....	4
<b>Abbildung 3:</b> Osteotomien des Unterkiefers a) sagittale Ramusosteotomie nach Obwegeser; b) mit Modifikation nach Dal Pont (mit Genehmigung des Thieme Verlages aus Schwenzer N, Ehrenfeld M (2000), Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Spezielle Chirurgie, 3. aktualisierte und erweiterte Auflage, Thieme, Stuttgart) .....	6
<b>Abbildung 4:</b> Oberkieferosteotomie auf Le-Fort-I Ebene a) frontal, b) lateral c) down-fracture (mit Genehmigung des Thieme Verlages aus Schwenzer N, Ehrenfeld M (2000), Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Spezielle Chirurgie, 3. aktualisierte und erweiterte Auflage, Thieme, Stuttgart).....	7
<b>Abbildung 5:</b> Fernröntgenseitenbild (Scan der unter 1.2/ Abbildung 1 abgebildeten Patientin) .....	9
<b>Abbildung 6:</b> Zeitachse zur Darstellung der Aufnahmezeitpunkte der FRS, T0 = präoperatives FRS, T2 = bis zu drei Tage postoperatives FRS, T2 = 6-12 Monate postoperatives FRS .....	15
<b>Abbildung 7:</b> FRS-Durchzeichnungsansicht mit markierten Punkten und eingefügtem Koordinatensystem.....	18
<b>Abbildung 8:</b> WITS-Methode nach Jacobsen, A- und B- Punkt, OcP = occlusal Plane (mit Genehmigung des Deutschen Zahnärzte Verlages aus Nötzel F, Schultz C (2001), Leitfaden der kieferorthopädischen Diagnostik, Deutscher Zahnärzte Verlag, Köln).....	19
<b>Abbildung 9:</b> Verlaufsdiagramm für SNA und SNB für die Zeitpunkte T0 bis T2 (y-Achse: Veränderung in Grad; x-Achse: Zeitpunkte T0, T1 und T2) .....	25
<b>Abbildung 10:</b> Gegenüberstellung der durchschnittlichen Änderungen von T0 zu T1 und den anteiligen Rückstellungen bei T1-T2 für SNA,SNB, Abstand N-A und Abstand N-B in Prozent.....	35

<b>Abbildung 11:</b> Verlauf der Variablen ANB, Wits, SNPg und der Abstände von N zu Me, Pg, PNS, ANS von T0 bis T2 in Grad/mm .....	40
--	----

## **Tabellenverzeichnis**

<b>Tabelle 1:</b>	Definition und Lage der Referenzpunkte nach Segner und Hasund .....	16
<b>Tabelle 2:</b>	Winkel und Referenzlinien nach Segner und Hasund .....	17
<b>Tabelle 3:</b>	Ausprägung der Korrelation .....	21
<b>Tabelle 4:</b>	Operationsalter in Jahren: getrennt nach Geschlechtern mit Mittelwert und Standardabweichung. ....	23
<b>Tabelle 5:</b>	Verteilung der 3 Gruppen (Gruppe 1: Rezidiv, Gruppe 2: kein Rezidiv, Gruppe 3: entgegengesetztes Rezidiv) auf die Operationsarten monomaxillär und bimaxillär anhand des SNB-Winkels .....	24
<b>Tabelle 6:</b>	Verteilung der 3 Gruppen (Gruppe 1: Rezidiv, Gruppe 2: kein Rezidiv, Gruppe 3: entgegengesetztes Rezidiv) anhand des SNA-Winkels.....	25
<b>Tabelle 7:</b>	Mittelwerte und Standardabweichung für SNA und SNB getrennt nach bimaxillärer und monomaxillärer Operation, sowie getrennt nach Geschlechtern für die Zeitpunkte T0 bis T1 und T1 bis T2. ....	26
<b>Tabelle 8:</b>	Mittelwerte und Standardabweichung für SNB und Abstand N-B für die drei Gruppen (Gruppe 1:Rezidiv, Gruppe 2: kein Rezidiv, Gruppe 3: entgegengesetztes Rezidiv) für die Zeitpunkte T2-T1 und T1-T0.....	27
<b>Tabelle 9:</b>	Mittelwerte und Standardabweichung für SNA und Abstand N-A für die zwei Gruppen (Gruppe 1: Rezidiv, Gruppe 2: kein Rezidiv) für die Zeitpunkte T2-T1 und T1-T0.....	28
<b>Tabelle 10:</b>	Korrelationen berechnet nach Spearman aufsteigend sortiert; Signifikanzniveau 1%. ....	30
<b>Tabelle 11:</b>	Mittelwerte der Verlagerungsstrecken der 3 Gruppen (1. Gruppe: 2 bis 6 mm; 2. Gruppe: 6 bis 10 mm; 3. Gruppe: 10 bis 14 mm) für Abstand SN-B für T2 zu T1 und T1 zu T0.....	32
<b>Tabelle 12:</b>	Verlagerungsstrecken der 2 Gruppen (1. Gruppe: 0 bis 2,4 mm; 2. Gruppe: 2,4 bis 4,8 mm) für Abstand SN-A für T2 zu T1 und T1 zu T0.....	33
<b>Tabelle 13:</b>	Winkelveränderungen der 3 Gruppen (1. Gruppe 0 bis 3,5°; 2. Gruppe 3,5 bis 7°; 3. Gruppe 7 bis 10,5°) für SNB mit Mittelwert und Standardabweichung für T2 zu T1 und T1 zu T0 .....	34

<b>Tabelle 14:</b>	Winkelveränderungen der 2 Gruppen (1. Gruppe 0 bis 3,2°; 2. Gruppe 3,2 bis 6,4°) für SNA mit Mittelwert und Standardabweichung für T2 zu T1 und T1 zu T0 .....	35
<b>Tabelle 15:</b>	Mittelwert und Standardabweichung von SNA, SNB und der Abstandswerte zu A und B für die Zeitpunkte T1 bis T2 und T0 bis T1.....	36
<b>Tabelle 16:</b>	Mittelwerte (in mm/°) und Standardabweichung der Verlagerungen und Winkelveränderungen zusätzlicher Variablen (ANB, Wits, SN-Pg, Abstandswerte N zu Me und Pg) jeweils für Gruppe 1 (im Unterkiefer operierte Patienten) und Gruppe 2 (im Oberkiefer operierte Patienten) zum Zeitpunkt T2-T1 und T1-T0. ....	37
<b>Tabelle 17:</b>	Mittelwerte und Standardabweichung der Abstandswerte N zu ANS und PNS in mm für die im Oberkiefer operierten Patienten (N=24) zum Zeitpunkt T2-T1 und T1-T0.....	38
<b>Tabelle 18:</b>	Wahrscheinlichkeitsverteilung nach Kolmogorov-Smirnov mit Angabe der asymptotischen Signifikanz (2-seitig) aller Patienten .....	55
<b>Tabelle 19:</b>	T-Test der verschiedenen Wertepaare aller Patienten mit T-Wert und p-Wert, Signifikanzniveau $p \leq 0,05$ .....	56

# 1. Einleitung

## 1.1. Der Begriff Dysgnathie

Der Begriff Dysgnathie (gr. gnáthos = „Kiefer“) umfasst alle angeborenen, vererbten oder erworbenen Fehlentwicklungen der Kiefer in Form und Lage (Schwenzer & Ehrenfeld 2000).

Die Dysgnathie kann symmetrisch oder asymmetrisch mit gestörter Lagebeziehung der Kiefer zueinander oder zur Schädelbasis auftreten. Ebenfalls gehören eine gestörte Okklusion oder Artikulation zu dem Begriff der Dysgnathie. Anomalien der Zähne (dental) und des Alveolarfortsatzes (alveolär) lassen sich meist durch kieferorthopädische Behandlungen korrigieren. Ist die Fehlbildung skelettalen Ursprungs kann diese ab einer gewissen Ausprägung meist nur chirurgisch korrigiert werden (Reichart et al. 2002). Skelettale Abweichungen können in der Transversalen (Kieferbreite), der Sagittalen (Kiefervor- oder -rücklage) oder der Vertikalen auftreten (Kieferhoch- oder tieflage). Die Formen der Dysgnathien werden einerseits nach der Größe und andererseits nach der Lage der Kiefer zueinander und zum Gesichtsschädel benannt. So umfasst die Beschreibung einer Dysgnathie die Nennung des Kiefers (mandibulär/maxillär), sowie die Vor- oder Rückverlagerung (Prognathie/Retrognathie) und gegebenenfalls die Bezeichnungen Mikro- und Makrognathie (zu kleiner/zu großer Kiefer).

Einen wesentlichen Anteil an der Entwicklung der Okklusionsdiagnostik hatte Edward Angle Ende des 19. Jahrhunderts (Angle 1899). Grundlage seiner Klassifizierung bildet die Verzahnung der ersten Molaren. Er teilte die Anomalien in 3 Klassen:

1. Klasse I: Neutralbiss
2. Klasse II: Distalbiss  
(II/1 mit Anteinklination der Oberkieferfront)  
(II/2 mit Retroinklination der Oberkieferfront)
3. Klasse III: Mesialbiss

Angle untersuchte die Verteilung der drei Klassen an 1000 Probanden und kam zu einer prozentualen Verteilung von Klasse I mit 69,2%, Klasse II mit 26,6% und Klasse III mit 4,2% (Angle 1899). In anderen Studien wurden ähnliche Ergebnisse vorgestellt. Bazant und Miksa

(1960) zeigten anhand von Untersuchungen an insgesamt mehr als 12000 Individuen eine prozentuale Verteilung von 75,3% für Klasse I, 18,7% für Klasse II und 4,7% für Klasse III bei den 20-24jährigen Probanden. Da bei dieser Einteilung nur die Okklusion, also die Verzahnung der Zähne, betrachtet wird und nicht die Beziehung der Kiefer zueinander, hat sich die Einbeziehung der Bisslage in die Klassifizierung durchgesetzt. Die Bisslage beschreibt die sagittale Lagebeziehung der unteren zur oberen Kieferbasis. Um die Bisslage zu ermitteln, korrigiert man gedanklich alle Fehlstände und physiologischen Mesialwanderungen der Zähne. Die Bisslage ist demnach die Okklusion nach Rekonstruktion. Grundlage der vorliegenden Studie sind Patienten mit einer mandibulären Prognathie, auch skelettale Klasse III genannt, auf die im folgenden Punkt näher eingegangen werden soll.

## **1.2. Die Klasse III**



**Abbildung 1: Profilaufnahme einer Patientin (Alter: 20 Jahre) mit einer mandibulären Prognathie (skelettale Klasse III)**

Das Leitsymptom der Klasse III (siehe Abb.: 1) ist der sogenannte umgekehrte Frontzahnüberbiss. Das heißt, dass in der Sagittalen betrachtet die Frontzähne des Unterkiefers weiter anterior stehen als die Oberkieferfrontzähne.

Zu den Anomalien der Klasse III bzw. des prognen Formenkreises gehören nach Bimler (1952) 4 Grundtypen:

1. Die echte Progenie beruht auf exzessivem Wachstum des Unterkiefers mit multifaktorieller erblicher Genese und ist wachstumsbedingt mit progredientem Verlauf.
2. Bei der Pseudoprogenie liegt ein Wachstumsmangel im Oberkiefer vor. Der Unterkiefer ist in der Regel in sagittaler Lagebeziehung normal entwickelt.
3. Der progene Zwangsbiss entsteht aufgrund von okklusalen Interferenzen, die zu einer Zwangslage des Unterkiefers nach anterior führen.
4. Der umgekehrte Schneidezahnüberbiss tritt isoliert auf bei neutraler Verzahnung der Seitenzähne und meist bei regelrechter Entwicklung der Kiefer, z.B. unter anderem aufgrund von persistierenden Milchzähnen.

Wird die Klasse III nicht therapiert, kann es zu Einschränkungen der Kau- und Abbeißfunktion, zu parodontalen Schäden, zu Wachstumshemmungen im Oberkiefer, sowie zu Funktionsstörungen im Kiefergelenk als auch zu psychischen Beeinträchtigungen aufgrund ästhetischer Gesichtspunkte kommen.

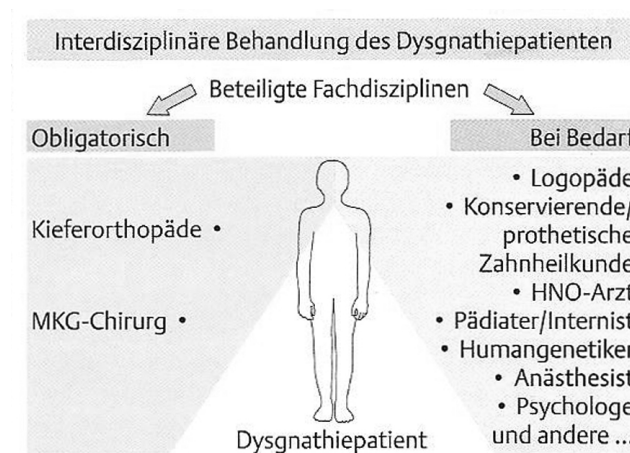
### **1.2.1. Therapie**

Extreme Progenieformen sollten schon im Kindesalter (Milchgebiss) ab dem vierten Lebensjahr behandelt werden, um das Unterkieferwachstum frühzeitig zu hemmen. Ziel der alleinigen kieferorthopädischen Therapie ist es, einen korrekten Frontzahnüberbiss herzustellen, die Zahnbögen harmonisch auszuformen und eine gesicherte neutrale Okklusion herzustellen. Ist es nicht frühzeitig gelungen, das Wachstum ausreichend zu beeinflussen, muss versucht werden die Dysgnathie auszugleichen. Diese Therapie wird auch Kompensationstherapie genannt.

Ist aufgrund des Ausprägungsgrades der Dysgnathie eine kieferchirurgische Intervention nicht zu umgehen, sollte keine Kompensationstherapie erfolgen, da diese der korrekten Einstellung im Rahmen der Operation im Wege steht. Mit der prächirurgischen



kieferorthopädischen Behandlung sollte je nach Ausprägungsgrad rechtzeitig vor der Operation begonnen werden. Die Operation sollte erst nach Abschluss des Längenwachstums durchgeführt werden. Neben dem Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgen und dem Kieferorthopäden müssen manchmal auch noch andere Spezialisten, z.B.: Zahnarzt, Psychologe, Logopäde u.a. (siehe Abb. 2) in die Therapie integriert werden, da die Dysgnathie häufig auch Auswirkungen in anderen Bereichen zeigt.



**Abbildung 2: Interdisziplinäre Behandlung des Dysgnathiepatienten (mit Genehmigung des Thieme Verlages aus Schwenzer N, Ehrenfeld M (2000), Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Spezielle Chirurgie, 3. aktualisierte und erweiterte Auflage, Thieme, Stuttgart)**

Präoperativ sollten Ober- und Unterkieferzahnbogen unabhängig voneinander und unabhängig von der Okklusion vom Kieferorthopäden harmonisch ausgeformt werden. Häufig wird bei dieser Dekompensationstherapie die bereits vorhandene Anomalie noch verstärkt, da den körpereigenen Kompensationsmechanismen entgegen gewirkt wird. Nach der Operation dient die weiterführende kieferorthopädische Behandlung der Feinregulierung der Okklusion. Im Rahmen der prä- und postoperativen Therapie werden in der Regel primär festsitzende Apparaturen eingesetzt.

### **1.3. Historische Entwicklung der Operationsmethoden**

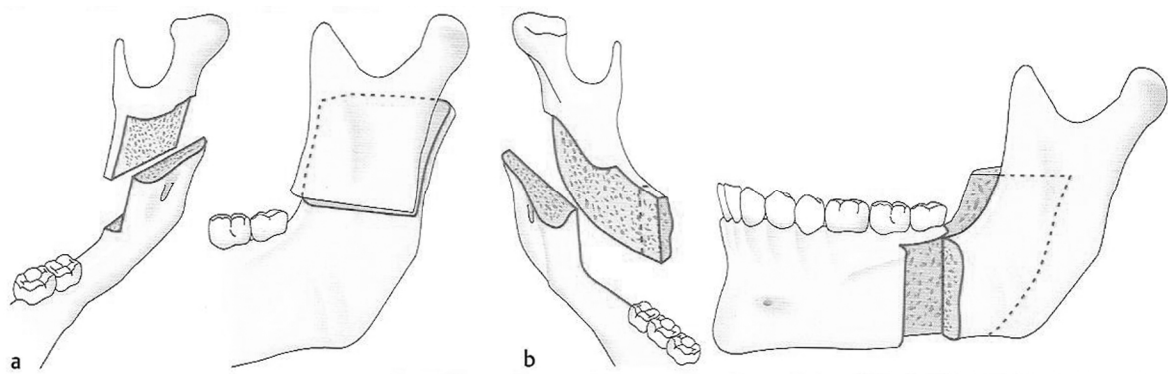
#### **1.3.1. Unterkieferosteotomie**

Die ersten Angaben operativer Korrekturen von Gebissfehlstellungen finden sich schon in der Mitte des neunzehnten Jahrhunderts. Der amerikanische Chirurg Simon P. Hüllihen berichtete schon 1849 von einer erfolgreichen Segmentosteotomie des Unterkiefers (Hüllihen 1849). Eine seiner Patientinnen litt aufgrund von Narbenkontrakturen, hervorgerufen durch starke Verbrennungen, an einer mandibulären Prognathie mit Behinderung des Mundschlusses. Hüllihen entfernte auf beiden Seiten des Unterkiefers ein V-förmiges Knochensegment und durch Aufrichtung und Kippung des Unterkieferfrontzahnsegmentes gelang ihm eine stabile Verzahnung.

Es vergingen 50 Jahre bis der amerikanische Allgemeinchirurg Vilray Blair eine totale Segmentosteotomie im horizontalen Unterkieferast bei einem Patienten mit mandibulärer Prognathie durchführte (Blair 1906). Da neben Blair auch der Kieferorthopäde Edward Angle und der Zahnarzt James Whipple an dem Fall beteiligt waren und alle drei in St. Louis lebten und arbeiteten, wurde diese Operation „St. Louis Operation“ genannt (Steinhäuser 2003). Postoperativ kam es jedoch leider zu Komplikationen, da sich die intermaxillären Verdrahtungen gelöst hatten und dies zu Heilungsstörungen führte.

Anfang des vergangenen Jahrhunderts entwickelte sich in Wien ein bedeutendes Zentrum für Kiefer- und Gesichtschirurgie. Im Jahr 1955 entwickelte Hugo Obwegeser dort eine sagittale Ramusosteotomie des Unterkiefers (siehe Abb. 3a), die heute immer noch die Grundlage gängiger Operationsmethoden darstellt (Trauner & Obwegeser 1955). Das Besondere an dieser Methode ist, dass die Berührungsflächen des Knochens durch die sagittale Osteotomie vergrößert wurden und es so zu einer verbesserten und schnelleren Heilung kommen konnte (siehe Abb. 3a).

Dal Pont, der Assistent Obwegesers war, hatte 1958 die Idee, den bukkalen Kortikalisschnitt nach anterior und in die Vertikale zu verlagern (Dal Pont 1961). Auf diese Weise erhielt man noch breitere Berührungsflächen und der Ansatz des Musculus masseter blieb auch weitgehend an der gleichen Stelle, wodurch die Gefahr einer Dislokation des Processus articularis verringert werden konnte. Diese Operationstechnik hat heute immer noch ihre Gültigkeit (siehe Abb. 3b).



**Abbildung 3:** Osteotomien des Unterkiefers a) sagittale Ramusosteotomie nach Obwegeser; b) mit Modifikation nach Dal Pont (mit Genehmigung des Thieme Verlages aus Schwenzer N, Ehrenfeld M (2000), Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Spezielle Chirurgie, 3. aktualisierte und erweiterte Auflage, Thieme, Stuttgart)

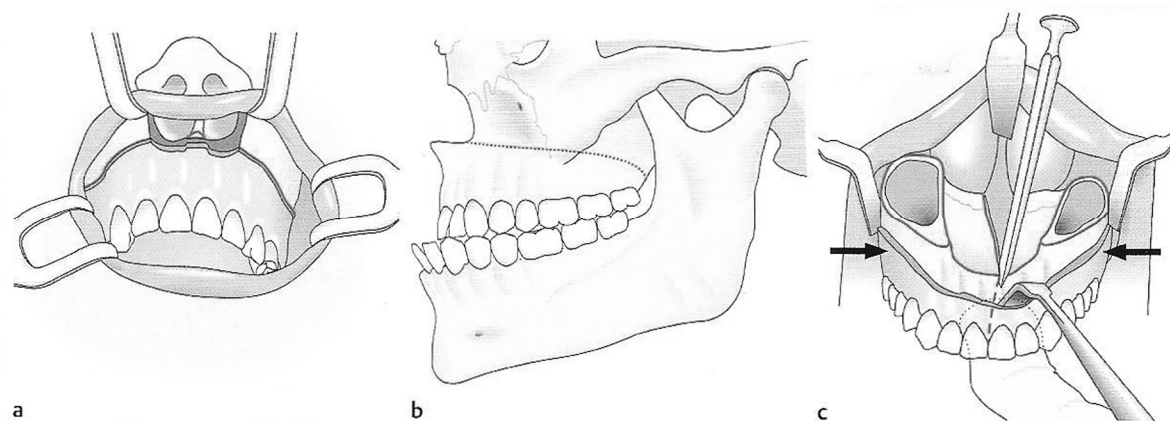
### 1.3.2. Oberkieferosteotomie

Osteotomien des Oberkiefers galten zu Hüllihens oder auch Blairs Zeit als problematisch, da sie oft zu schwerwiegenden Komplikationen, wie etwa starken Blutungen, Nekrosen oder Zahnverlust führten. Daher ist nachvollziehbar, dass die ersten Oberkieferosteotomien zur Behebung einer Dysgnathie erst rund 70 Jahre nach den ersten Unterkieferosteotomien durchgeführt wurden. Streng genommen führte 1859 von Langenbeck die erste Oberkieferosteotomie durch, aber nicht um eine Dysgnathie zu beheben, sondern um einen nasopharyngealen Polypen zu reseziieren (von Langenbeck 1859).

1921 führte der deutsche Arzt und Zahnarzt Günther Cohn-Stock eine zweizeitige Oberkieferosteotomie zur Korrektur einer maxillären Protrusion erstmals erfolgreich durch (Cohn-Stock 1921). 1935 präsentierte dann Martin Wassmund die gleiche Operation als einzeitiges Verfahren (Wassmund 1935). Etwa zeitgleich publizierte Georg Axhausen den ersten Fall einer totalen Oberkieferosteotomie mit zusätzlicher sagittaler Spaltung (Axhausen 1937). Auch soll hier Karl Schuchhardt nicht unerwähnt bleiben, der Assistent sowohl bei Wassmund als auch bei Axhausen war und wesentliche Beiträge zur Entwicklung der Dysgnathiechirurgie geliefert hat. Auch Schuchhardt mobilisierte den Oberkiefer noch nicht komplett, sondern stellte ihn nach und nach orthopädisch unter Zuhilfenahme externer Gewichte ein. Er erkannte als einer der ersten, dass die interdisziplinäre Zusammenarbeit ein ganz wesentlicher Bestandteil eines guten Behandlungsergebnisses ist und veröffentlichte

dies in seiner Arbeit über „die Chirurgie als Helferin der Kieferorthopädie“ (Schuchardt 1954).

Den Grundstein für die heutige Operationsmethode legte dann Obwegeser im Jahre 1965. Er entwickelte die Le-Fort-I Osteotomie zur Standardmethode (Obwegeser 1965). Die Osteotomie des Oberkiefers im Sinne einer „down-fracture“ (siehe Abb. 4) wurde nahezu zeitgleich in den USA von Bell, Epker und Wolford publiziert (Bell 1975; Epker & Wolford 1975). Aufgrund von tierexperimentellen Studien konnte gezeigt werden, dass der Oberkiefer auch bei kompletter Mobilisation ausreichend über die Gaumenschleimhaut mit Blutgefäßen versorgt wird.



**Abbildung 4:** Oberkieferosteotomie auf Le-Fort-I Ebene a) frontal, b) lateral c) down-fracture (mit Genehmigung des Thieme Verlages aus Schwenzer N, Ehrenfeld M (2000), Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Spezielle Chirurgie, 3. aktualisierte und erweiterte Auflage, Thieme, Stuttgart)

Ein weiterer Durchbruch der Dysgnathiechirurgie ist ebenfalls Obwegeser zu verdanken, der 1970 erstmalig eine bimaxilläre Operation durchführte und damit zum einen bessere ästhetische Ergebnisse und zum anderen eine geringere Rezidivneigung verzeichnen konnte (Obwegeser 1970).

Bis zu diesem Zeitpunkt wurde eine postoperative Stabilisierung durch eine 6- wöchige intermaxilläre Fixation mittels Drahtligaturen erreicht. Mitte der siebziger Jahre entwickelten Spiessl und Mitarbeiter dann die ersten Schraubenosteosyntheseverfahren, die eine rigide, funktionsstabile Fixation erstmals ermöglichten (Spiessl et al. 1974).

## **1.4. Kephalometrie**

Das Fernröntgenseitenbild (FRS) ist eine seitliche Schädelaufnahme, die metrische und reproduzierbare Analysedaten über die Gesichtsschädelstrukturen liefert und die diagnostische Grundlage der Kephalometrie darstellt (siehe Abb. 5).

Das FRS bietet Information über den Gesichtsprofilverlauf, die Lage des Ober- und Unterkiefers zueinander und im Schädel; es zeigt die Richtung des Gesichtswachstums und der Stellung der Zähne im Ober- und Unterkiefer.

Diese Aufnahme wird vor allem in der Kieferorthopädie und der Mund- Kiefer- Gesichtschirurgie für Diagnostik, Therapieplanung, Verlaufs- und Erfolgskontrolle eingesetzt. Im Jahre 1931 führten Hofrath und Broadbent unabhängig voneinander das FRS als wichtiges diagnostisches Hilfsmittel in die Kieferorthopädie ein (Hofrath 1931; Broadbent 1931).

In den folgenden dreißig Jahren entwickelten sich zahlreiche neue und verfeinerte Auswertungen des FRS und wurden so fester Bestandteil der kieferorthopädischen Diagnostik, wie z.B. die Analyseverfahren nach Ricketts oder Schwarz (Ricketts 1950; Schwarz 1961).

1974 wurde die auch dieser Studie zugrunde liegende Bergen-Analyse von Hasund veröffentlicht, die 1998 von Segner erweitert wurde (Hasund 1974; Segner & Hasund 1998). Ein wichtiger Unterschied zu vielen anderen Analysen ist, dass bei der Analyse nach Segner und Hasund der Individualität des Patienten ein großer Stellenwert eingeräumt wird. Man geht für Diagnose und Therapie nicht von Bevölkerungsmittelwerten aus, sondern von individuell ermittelten Normwerten. Bis heute haben sich über 100 verschiedene Analyseverfahren entwickelt.



**Abbildung 5: Fernröntgenseitenbild (Scan der unter 1.2/ Abbildung 1 abgebildeten Patientin)**

### **1.5. Fragestellung der Arbeit**

In der vorliegenden Arbeit geht es um die Frage ob und inwieweit es nach Abschluss einer kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Gesamtbehandlung einer skelettalen Klasse III zu einem Rezidiv kommt.

Ferner soll die Frage beantwortet werden, welche statistische Verteilung des Rezidivs bei der skelettalen Klasse III anhand der FRS Auswertung resultiert. Zusätzlich sollen folgende Fragen geklärt werden: In welchem Maß hängen die Operationsmethoden Le-Fort-I, Unterkieferspaltung nach Obwegeser Dal Pont, sowie bimaxilläre und monomaxilläre Operationen mit dem Rezidiv zusammen? Welche Operationsmethode neigt in höherem Maße zu einem Rezidiv? Hängt das Ausmaß der Verlagerungsstrecke mit der Größe des Rezidivs zusammen? Manifestiert sich das Rezidiv eher im Unterkiefer oder im Oberkiefer? Ist das Behandlungsergebnis nach 6 Monaten stabil?

Grundlage dieser Untersuchung sind 30 Patienten, die interdisziplinär kieferorthopädisch-kieferchirurgisch in der Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein in Kiel operiert wurden. Von allen Patienten wurden prä- und postoperative Fernröntgenseitenbilder computergestützt ausgewertet. Die interdisziplinäre Therapie zwischen Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurg und Kieferorthopäde der skelettalen Dysgnathien hat sich in der Vergangenheit zu einem Routineverfahren entwickelt, das zu guten Ergebnissen führt. Die fortwährende Entwicklung und Verbesserung aller beeinflussenden Faktoren, wie z.B. Operationstechnik oder Osteosynthesetechnik verlangen eine stetige Qualitäts- und Erfolgskontrolle, um auch weiterhin Verbesserungen, wie beispielsweise die Stabilität des Behandlungsergebnisses, zu erreichen. Für die Bewertung des Gesamtergebnisses nach operativer Korrektur von Dysgnathien ist die Beurteilung der Stabilität möglicher Rezidive ein wesentlicher Aspekt.

Ziel dieser retrospektiven Studie soll es sein Informationen über Quantität und Qualität des Rezidivs herauszuarbeiten, um damit eine Qualitätskontrolle des interdisziplinären Vorgehens zu erhalten und ggf. zu modifizieren, Behandlungsmethoden weiter zu verbessern und so möglicherweise Rezidive weiter senken zu können.

## **2. Material und Methoden**

Die Arbeit basiert auf einer retrospektiven kephalometrischen Auswertung von prä- und postoperativen Fernröntgenseitenbildern des Schädels von Patienten der Klinik für Kieferorthopädie des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein in Kiel.

### **2.1. Patienten**

Grundlage dieser Untersuchung waren die Daten von insgesamt 30 Patienten, die alle einer skelettalen Klasse III zugeordnet werden konnten und interdisziplinär kieferorthopädisch-kieferchirurgisch im Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde von 1999 bis 2009 im Universitätsklinikum Schleswig-Holstein in Kiel behandelt wurden.

Voraussetzungen zur Aufnahme in diese Studie waren das Vorliegen einer skelettalen Klasse III, die operativ mit einer sagittalen Spaltung nach Obwegeser Dal Pont im Unterkiefer therapiert wurde. Die Patienten durften vorher nicht am knöchernen Kopf operiert worden sein. Auch kombinierte Operationen von Obwegeser Dal Pont mit Kinn-, oder Rhinoplastiken führten zum Ausschluss aus der Studie, ebenso wie Osteodistraktionen im Rahmen der Therapie.

Zusätzliche Ausschlusskriterien waren Syndrome, Parodontitis, unzureichende Daten, fehlende Röntgenaufnahmen, sowie ein Operationszeitpunkt vor dem achtzehnten Lebensjahr.

Außerdem mussten als Kriterien für die Klasse III bei allen Patienten der ANB- und der WITS-Wert kleiner als Null sein (Definition ANB: Punkt 2.3.2, Tabelle 2; Definition WITS-Wert: Punkt 2.3.2 und Abb. 8)

Bei allen Patienten wurde eine sagittale Spaltung nach Obwegeser Dal Pont zur Rückverlagerung des Unterkiefers durchgeführt. Zusätzlich wurde bei 24 der 30 Patienten eine Le-Fort-I Osteotomie zur Vorverlagerung des Oberkiefers durchgeführt.



## 2.2. Operationsmethode

Grundlage jeder Dysgnathieoperation ist eine koordinierte interdisziplinäre Zusammenarbeit von Kieferorthopäde und Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurg. Die Aufgabe der Therapie von dentoalveolären Fehlstellungen fällt dem Kieferorthopäden zu und die skelettale Lagekorrektur der Kiefer dem Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen.

Nachdem der Kieferorthopäde die Zahnbögen korrekt zur jeweiligen Kieferbasis ausgeformt und die dentoalveolären Fehlstellungen eliminiert hat, die einer Einstellung bei der Operation im Wege stehen, kann mit der definitiven Operationsplanung begonnen werden.

Neben Modellen, Röntgenaufnahmen und Fotos ist die Modelloperation Grundlage jeder Dysgnathieoperation. In dieser Studie wurden etwa vier Wochen vor der Operation Planungsmodelle erstellt, die schädelbezüglich einartikuliert wurden und die Situation vor der Operation wiedergaben. Um diese Situation auch intraoperativ nachvollziehen zu können, wurde ein sogenannter Zentrisplint auf diesen Modellen hergestellt, der die Ausgangsokklusion vor der Operation darstellt. Passt dieser Splint dann am Patienten, kann die Modelloperation vom Operateur durchgeführt werden. Oberkiefer und Unterkiefer werden vom Sockel abgesetzt und idealisiert zueinander wieder eingestellt. Anhand dieser Modelle kann nun ein sogenannter Okklusionssplint hergestellt werden. Dieser Splint dient intraoperativ zur korrekten Einstellung des bereits osteotomierten Kiefers. Bei monognathen Eingriffen benötigt man nur diesen Okklusionssplint, der mobilisierte Kiefer wird über den Okklusionssplint mit dem nicht mobilisierten Kiefer verbunden und kann so perfekt platziert werden.

Bei bignathen Operationen benötigt man noch einen sogenannten Zwischensplint, der die Position des bereits osteotomierten Kiefers gegenüber dem noch nicht osteotomierten festlegt. Der zweite Splint dient dann zur Einstellung des zweiten osteotomierten Kiefers zum ersten bereits osteotomierten Kiefer. In Kieler Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde wird zusätzlich mit Stellplatten gearbeitet. Hat man den Zentrisplint eingegliedert, werden die Stellplatten am Jochbein und am proximalen Teil des gelenktragenden Unterkiefersegments beidseits verschraubt, um eine reproduzierbare Referenz zur Ausgangssituation zu erhalten. Nun kann intraoperativ nach Eingliederung des jeweiligen Splintes und der Stellplatten immer mit der Ausgangssituation verglichen werden und auch die vertikale Lage der Kiefer beurteilt werden. Außerdem stellt man so sicher, dass

der gelenktragende Anteil des Unterkiefers nicht in veränderter Lage zur Ausgangssituation eingestellt wird.

Die Fragmente werden mit Miniplatten übungstabil fixiert. Das bedeutet, dass Bewegungen des Kiefers ohne volle funktionelle Belastung durchgeführt werden können. Die Osteosyntheseplatten werden nach circa 6 bis 9 Monaten wieder entfernt. Postoperativ werden Oberkiefer und Unterkiefer über die Multibandapparatur mit Kobayashi Häkchen intermaxillär für circa eine Woche mit Gummizügen immobilisiert.

### **2.2.1. Le-Fort-I Osteotomie**

Nachdem die Schleimhaut im oberen Vestibulum von Molar bis Molar durchtrennt ist, erfolgt die Präparation der nasalen Schleimhäute. In der Le-Fort-I Ebene werden die Crista zygomaticoalveolaris und die faziale Kieferhöhlenwand bis zur Apertura piriformis osteotomiert. Daraufhin erfolgt die Osteotomie der lateralen Nasenwand links und rechts sowie die Abtrennung des Septums. Es folgt die Trennung von Tuber maxillae und Flügelfortsatz. Das so gewonnen Fragment kann nun nach kaudal verlagert werden („down-fracture“) und wird temporär über den Splint mit dem Unterkiefer verdrahtet (siehe Abb. 4). Ebenso wie im Unterkiefer kann man auch hier über die Stellplatten mit der Ausgangssituation vergleichen und die Vertikalposition beurteilen. Der Oberkiefer kann nun sukzessive weiter in der Vertikalen reduziert werden bis die geplante Vertikalposition erreicht ist und kann dann in gewünschter Position mit Miniplatten fixiert werden. In der Kieler Klinik für Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie werden in der Regel insgesamt 4 Miniplatten verwendet, die beidseits jeweils an der Crista zygomaticoalveolaris und paranasal befestigt werden. Bei bimaxillären Operationen wird in der Regel der Oberkiefer vor dem Unterkiefer osteotomiert.

### **2.2.2. Sagittale Unterkieferspaltung nach Obwegeser Dal Pont**

Nachdem die Schleimhaut retromolar und entlang des aufsteigenden Unterkieferastes mobilisiert ist, wird die linguale Kompakta zwischen Lingula und Incisur horizontal

durchtrennt. Nun folgt ungefähr im rechten Winkel zur lingualen Osteotomielinie die vertikale Durchtrennung der bukkalen Kompakta distal des endständigen Molaren. Verbunden werden beide Osteotomielinien durch eine sagittale Osteotomie am aufsteigenden Kieferast. Anschließend wird die sagittale Spaltung des aufsteigenden Unterkieferastes mit Meißeln entlang der bukkalen Kompakta vollendet (siehe Abb. 3). Man erhält so ein zahntragendes- und zwei gelenktragende Fragmente. Nach erfolgter Einstellung der Okklusion über den Splint erfolgt die Osteosynthese zwischen den Fragmenten mit Miniplatten, so dass eine übungsstabile Verbindung entsteht. In der Kieler Klinik für Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie werden im Unterkiefer meist beidseits 6-Loch Platten verwendet, die über der bukkalen Osteotomielinie die Fragmente mit mehreren Schrauben miteinander verbinden.

## **2.3. FRS**

### **2.3.1. Aufnahmetechnik**

In der Röntgenabteilung des Kieler Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde wird das FRS-Gerät Orthoceph 10E © der Firma Siemens verwendet.

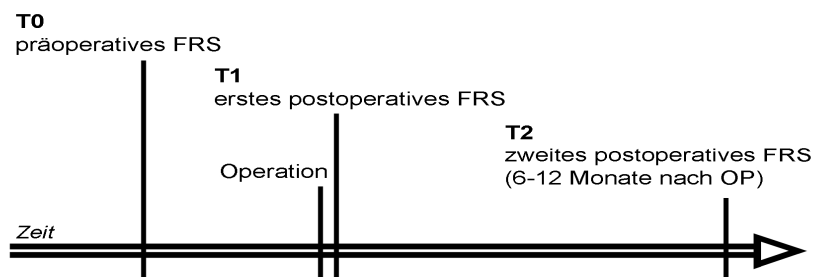
Basis der Analyse von Fernröntgenseitenbildern sind miteinander vergleichbare Aufnahmen. Um möglichst reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten, wird der Patientenkopf linksanliegend in Seitenlage in einem Kopfhalter (Cephalostat) fixiert. Die Sagittalebene des Kopfes und die Bildauffangebene müssen dabei parallel zueinander sein. Der Zentralstrahl steht senkrecht dazu und verläuft durch den oberen Ohransatz. Wichtig sind eine entspannte Kopfhaltung, eine aufrechte Position des Patienten und eine Aufnahme bei maximaler Okklusion.

Durch einen großen Fokus-Objekt-Abstand (1,5 m) und einen geringen Abstand zwischen Objekt und Bildträger werden projektionsbedingte Strukturverschiebungen minimal gehalten. Während einer zwölf Sekunden dauernden Aufnahmezeit fahren zwei Blenden mit vertikalem Schlitz synchron über die Strahlenquelle und den Film, was dazu führt, dass der Film von ventral nach dorsal belichtet wird. Das Gesichtsprofil wird mit sog. Weichteilfiltern dargestellt. Die Weichteilfilter bewirken eine unterschiedliche Belichtung des Films.

### 2.3.2. Analyse

Grundlage der FRS-Auswertung ist es, Daten über Abweichungen von Normwerten zu erlangen, um so Informationen über die Anomalie und deren Ursachen (skelettal und/oder dentoalveolär) zu erfahren und daraus eine therapeutische Konsequenz zu ziehen.

Für diese Studie wurden drei FRS Aufnahmen zu verschiedenen Zeitpunkten herangezogen. Das erste FRS vor der Operation zum Zeitpunkt T0, das zweite Bild maximal 3 Tage postoperativ zum Zeitpunkt T1 und das letzte Bild zum Zeitpunkt T2, das zwischen 6 und 12 Monaten postoperativ angefertigt wurde (siehe Abb. 6). Diese Aufnahmen wurden mit einem Durchlichtscanner (Epson perfection V700 Photo ©) eingescannt und mit dem Analyseprogramm Orthometric (Version 3.28, © 1996-2008 der Firma 3Dent) analysiert.



**Abbildung 6:** Zeitachse zur Darstellung der Aufnahmezeitpunkte der FRS, T0 = präoperatives FRS, T2 = bis zu drei Tage postoperatives FRS, T2 = 6-12 Monate postoperatives FRS

Grundlage der Berechnungen war die individualisierte Analyse nach Segner und Hasund (Segner & Hasund 1998). Alle Bilder eines Patienten wurden in einem Zeitintervall nacheinander ausgemessen. Um den individuellen Fehler zu minimieren, wurden die Bilder gleichzeitig an drei verschiedenen Bildschirmen geöffnet und parallel zueinander von einer Person ausgewertet. Um diese linearen Messergebnisse miteinander vergleichen zu können, wurde vor der Messung ein Vergrößerungsfaktor in die Berechnung integriert über die manuelle Festlegung einer Strecke von 10 mm auf dem mitabgelichteten Zentimetermaß. Die Auswertung des FRS erfolgte anhand von genau definierten Bezugspunkten, Bezugsebenen, Winkel- und Streckenmaßen, die in den folgenden Tabellen (siehe Tabelle 1 und 2) näher ausgeführt werden.

<b>PUNKTE</b>	<b>Abk.</b>	<b>DEFINITION</b>
Sella	S	Zentrum der knöchernen Krypte der Sella turcica; Halbierung des größten Durchmessers der Sella; konstruierter Punkt
Nasion	N	am weitesten anterior gelegener Punkt der Sutura nasofrontalis; bei V-Form der Sutura der am weitesten posterior gelegene Punkt des „V“, anatomischer Punkt
Basion	Ba	am weitesten posterior und am weitesten kaudal gelegener Punkt des Clivus; am weitesten anterior gelegener Punkt des Foramen magnum
Spina nasalis anterior	ANS	der am weitesten anterior gelegene Punkt der knöchernen Spina nasalis anterior
Spina nasalis posterior	PNS	Schnittpunkt der anterioren Wand der Fossa pterygopalatina mit dem Nasenboden
A-Punkt	A	tiefster Punkt der anterioren Kontur des Oberkieferalveolarfortsatzes
B-Punkt	B	tiefster Punkt der anterioren Kontur des Unterkieferalveolarfortsatzes
Pogonion	Pg	am weitesten anterior gelegener Punkt des knöchernen Kinns; Parallelverschiebung von der Senkrechten auf die Mandibularlinie nach anterior
Menton	Me	am weitesten kaudal gelegener Punkt der Unterkiefersymphyse; größter Abstand zur N-S-Linie
Artikuläre	Ar	Schnittpunkt des Unterrandes der Schädelbasis am Clivusbereich mit der dorsalen Kontur des Collum mandibulae röntgenologischer Punkt
Gonion	Go	Schnittpunkt der Ramustangente und der Mandibulartangente; konstruierter Punkt

**Tabelle 1: Definition und Lage der Referenzpunkte nach Segner und Hasund**

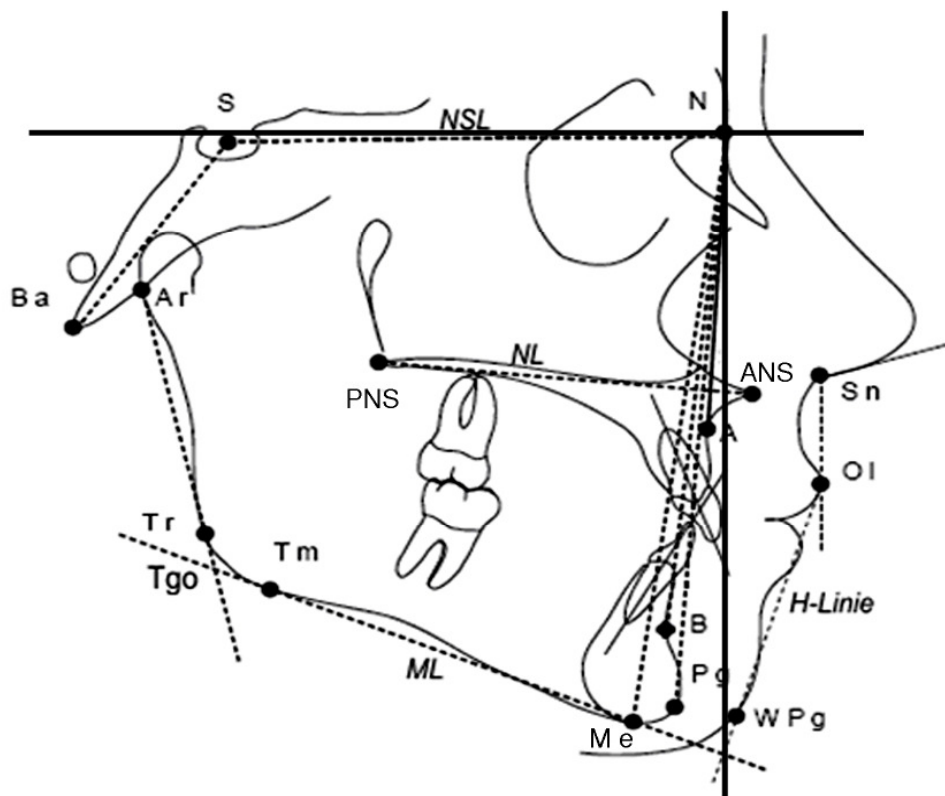
Aus diesen Punkten werden dann die in der folgenden Tabelle 2 aufgeführten Winkel und Referenzlinien gebildet.

<b>WINKEL / LINIE</b>	<b>DEFINITION</b>	<b>Information</b>
<b>SNA</b>	Winkel Sella – Nasion – A-Punkt	gibt Aufschluss über die sagittale Position der Maxilla
<b>SNB</b>	Winkel Sella – Nasion – B-Punkt	gibt Aufschluss über die sagittale Position der Mandibula
<b>ANB</b>	Winkel A-Punkt – Nasion – B-Punkt	gibt Aufschluss über die sagittale Lagebeziehung von Ober- und Unterkiefer
<b>SNPg</b>	Winkel Sella – Nasion – Pogonion	gibt Aufschluss über die sagittale Position der Mandibula bzw. des Kinns
<b>Ar-Go-Me</b>	Winkel Articulare – Gonion – Gnathion	liefert Informationen über den Wachstumstyp
<b>NSL</b>	Verbindungsline zwischen Nasion und Sella	Hauptreferenzlinie

**Tabelle 2: Winkel und Referenzlinien nach Segner und Hasund**

Um zusätzliche, auswertbare Daten für diese Studie zu erhalten, wurde das Analyseprogramm um ein Koordinatensystem erweitert (siehe Abb. 7). Als x-Achse wurde die N-S-Linie festgelegt. Um die y-Achse zu erstellen, wurde jeweils die Senkrechte auf die N-S-Linie gebildet durch den zu analysierenden Punkt (A, B, Me, Pg, ANS, PNS). Der Abstand dieser Senkrechten zum Punkt N wurde gemessen, um die Lageveränderung der einzelnen Punkte der verschiedenen FRS im Koordinatensystem miteinander vergleichen zu können. Ebenfalls wurden die Abstandswerte von A- und B-Punkt in der Vertikalen zur NS-Linie berechnet.

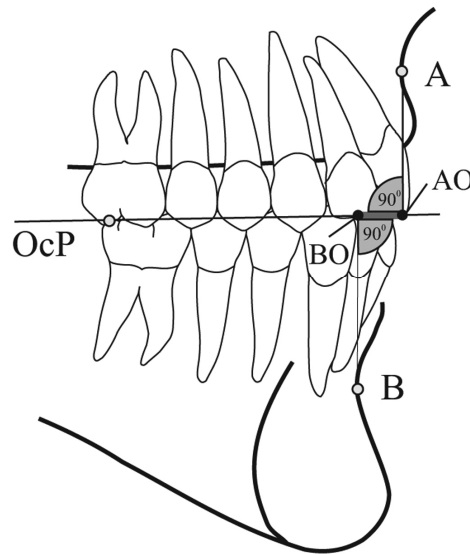
Die N-S-Linie wurde als ausschließliche Referenz für die Abstandswerte ausgewählt, da die Punkte S und N auf dem FRS sehr gut reproduzierbar gesetzt werden können und diese röntgenologischen Strukturen eindeutig im FRS bestimmbar sind.



**Abbildung 7:** FRS-Durchzeichnungsansicht mit markierten Punkten und eingefügtem Koordinatensystem

Voraussetzung einer korrekten kephalometrischen Analyse ist die genaue Definition der Bezugspunkte und damit ihre Reproduzierbarkeit. Die Bezugspunkte lassen sich grundsätzlich in anatomische (z.B. Nasion), röntgenologische (z.B. Articulare) und konstruierte Punkte (z.B. Gonion) unterteilen.

Um die Problematik der S-N abhängigen ANB-Bestimmung zu umgehen, wurde ergänzend die WITS-Analyse (siehe Abb. 8) nach Jacobsen (1975) herangezogen: Hierzu wird das Lot von A- und B-Punkt auf die konstruierte Okklusionsebene projiziert und dann wird der Abstand der beiden Punkte gemessen. Positive Werte  $> 1\text{mm}$  (A ventral von B) sprechen für eine Klasse II, negative Werte für eine Klasse III.



**Abbildung 8:** WITS-Methode nach Jacobsen, A- und B- Punkt, OcP = occlusal Plane (mit Genehmigung des Deutschen Zahnärzte Verlages aus Nötzel F, Schultz C (2001), Leitfaden der kieferorthopädischen Diagnostik, Deutscher Zahnärzte Verlag, Köln)

## 2.4 Einteilung der Patienten in Gruppen

Die Gruppen wurden anhand der SNA- und SNB-Winkel gebildet. SNA beschreibt den Winkel zwischen dem Zentrum der Sella turcica (Sella), des am weitesten anterior gelegenen Punktes der Sutura nasofrontalis (Nasion) und dem tiefsten Punkt der anterioren Kontur des Oberkieferalveolarfortsatzes (A-Punkt). SNB ist der Winkel zwischen Sella, Nasion und dem tiefsten Punktes der anterioren Kontur des Unterkieferalveolarfortsatzes (B-Punkt). Beide Winkel sind passende Einteilungskriterien, da sie sich entsprechend der Verlagerung und der Operationsart verändern. So ist gut beurteilbar, ob es zu einem Rezidiv gekommen ist. Die zu den drei Zeitpunkten aufgenommenen FRS wurden passend zu den verschiedenen Aufnahmezeitpunkten benannt. T0 ist der Aufnahmezeitpunkt vor der Operation, T1 der Zeitpunkt bis zu drei Tagen postoperativ und T2 der Zeitpunkt von sechs bis zwölf Monaten nach Operation.

### Gruppe 1: Rezidiv

In diese Gruppe wurden alle Patienten integriert, bei denen ein Rezidiv festgestellt werden konnte. Das heißt, dass der SNB Winkel von T0 zu T1 kleiner wurde entsprechend der



intraoperativen Verlagerung und T2 sich dann wieder in Richtung T0 entwickelt hat. T2 liegt hier also zwischen den Werten von T0 und T1. In Bezug auf SNA bedeutet das, dass der Wert von T0 zu T1 steigt und sich dann wieder T0 annähert.

### **Gruppe 2: kein Rezidiv**

Zu dieser Gruppe gehören alle Patienten, bei denen sich die T2 nur geringfügig (im Fehlerintervall) von T1 unterscheidet, sich demnach also kein Rezidiv feststellen lässt.

### **Gruppe 3: entgegengesetztes Rezidiv**

In diese Gruppe gehören alle Patienten, bei denen sich nach der Verlagerung T2 noch weiter in Richtung der Verlagerungsstrecke entwickelt hat. Bei SNB bedeutet das, dass der Wert von T0 zu T1 kleiner wird und sich von T1 zu T2 erneut verkleinert. Bei SNA verhält es sich genau umgekehrt.

## **2.5. Statistische Analyse**

Zunächst wurden je Patient und Fernröntgenseitenbild alle gemessenen und durch die Software berechneten Winkel und Strecken spaltenweise getrennt in eine Microsoft Excel® Tabelle übertragen. Zur statistischen Auswertung wurde die Computersoftware *SSPS®* in der Version 11.5.1 von LEAD Technologies verwendet. Diese Messergebnisse wurden zunächst mittels des Kolmogorov-Smirnov-Tests auf ihre Normalverteilung überprüft.

Grundsätzlich sind Messungen aller Methoden mit mehr oder weniger großen Messfehlern behaftet, die durch die Instabilität der Messvorrichtungen und/oder Unvollkommenheit des Messverfahrens auftreten. Beispiele hierfür sind Inhomogenitäten bei der Einstellung des Patienten im Röntgengerät (systematischer Fehler) oder beim Setzen und Auswerten kephalometrischer Messpunkte auf dem Fernröntgenseitenbild (zufälliger Messfehler). Um diese Fehler, also den Fehlerquotienten, der durch die Wahl der Auswertungsmethode bedingt ist, eindeutig bestimmen zu können, wurden mit Hilfe von 30 Messwiederholungen im FRS die SN-Strecken nachgemessen, sowie A- und B-Punkt neu gesetzt und daraus der Messfehler bestimmt.

Das Aufgabengebiet der deskriptiven Statistik umfasst die Berechnung der statistischen Kenngrößen, wie Mittelwerte, Standardabweichung, Schiefe der Verteilung und das Erstellen von Diagrammen. Die einzelnen Messwerte der zu verschiedenen Zeitpunkten T0, T1 und T2 aufgenommenen Fernröntgenseitenbildern wurden durch einen t-Test miteinander verglichen. Das Signifikanzniveau liegt bei 5%. Ein p-Wert unter  $p \leq 0,05$  wurde als signifikant gleich gewertet.

Die aus den Statistik-Analyse-Systemen gewonnenen Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman geben Auskunft über die Zusammenhänge einzelner Werte. Der Korrelationskoeffizient liegt zwischen  $r = -1$  und  $r = +1$  und zeigt eine negative bzw. positive Korrelation. Je näher die Werte bei  $+1$  oder  $-1$  liegen, desto stärker ist der Zusammenhang. Bei Werten von  $r = 0$  liegt keine Korrelation vor (siehe Tab.: 3).

Korrelationskoeffizient K	Korrelationsstärke
bis 0,5	mäßige Korrelation
0,5 bis 0,7	stark positive Korrelation (analog für negative Werte)
0,7 bis 1,0	sehr stark positive bis vollständige Korrelation (analog für negative Werte)

**Tabelle 3: Ausprägung der Korrelation**

Die multiple lineare Regression dient als Instrument zur Untersuchung des funktionalen Zusammenhangs zwischen einem quantitativen Merkmal mit Ausprägungen für verschiedene Positionen.

### **3. Ergebnisse**

Der Kolmogorov-Smirnov-Test zeigte, dass die Werte annähernd normalverteilt waren (siehe Punkt 7.1.1, Tabelle 18). Es wurde eine Normierung aller Messergebnisse vorgenommen anhand der Referenzstrecke S-N. Der gepaarte t-Test zeigte, dass die Messreihen von T0 zu T1 durch die Verlagerung und von T1 zu T2 durch das Rezidiv signifikant verschieden bei einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 5\%$  waren (siehe Punkt 7.1.2, Tabelle 19). Die Werte, die nicht signifikant verschieden waren, hatten entweder eine sehr kleine Verlagerungsstrecke oder wiesen kein Rezidiv auf.

#### **3.1 Fehlerbestimmung**

Bei 30 FRS-Bildern wurden die S-N-Strecken durch 30 Wiederholungen nachgemessen und die Punkte A und B zur Bestimmung des SNA- und SNB-Winkels gesetzt, um den Messfehler zu bestimmen. Dies ergab für die Strecken einen zufälligen Fehler von 0,31 mm und einen systematischen Fehler von 1,18 mm. Der totale Messfehler lag demnach bei 1,48 mm. Die Fehlermessung für die berechneten Winkel ergab einen zufälligen Fehler von 0,98° und einen systematischen Fehler von 0,45°. Der totale Messfehler betrug für die Winkel 1,43°.

#### **3.2 Geschlechts- und Altersverteilung**

Die Untersuchungsgruppe bestand aus 17 männlichen und 13 weiblichen Patienten. Das Alter zur Operation lag zwischen 18,1 und 64 Jahren. Das durchschnittliche Alter aller Patienten lag bei 24,8 Jahren. Die jüngste Frau war 18,1 Jahre und die älteste weibliche Patientin 33,1 Jahre alt. Bei den Männern lag das Alter zwischen 18,2 und 64,1 Jahren. Allerdings gab es nur einen Patienten in dieser hohen Altersklasse. Der zweitälteste Patient war 37,8 Jahre alt. Der Mittelwert für das Operationsalter lag bei den Frauen bei 22,6 Jahren mit einer Standardabweichung von 4,9 Jahren. Bei den Männern lag das durchschnittliche Operationsalter bei 26,5 mit einer Standardabweichung von 11,6 Jahren (siehe Tabelle 4).

Geschlecht	Anzahl der Patienten	Operationsalter	
		Mittelwert	Standardabweichung
männlich	17	26,5	11,7
weiblich	13	22,6	4,9
<b>insgesamt</b>	<b>30</b>	<b>24,8</b>	<b>9,4</b>

**Tabelle 4:** Operationsalter in Jahren: getrennt nach Geschlechtern mit Mittelwert und Standardabweichung.

### 3.3 Gruppen

Von den insgesamt 30 Patienten wurden 6 ausschließlich monomaxillär im Unterkiefer mit einer sagittalen Spaltung nach Obwegeser Dal Pont operiert. Bei den restlichen 24 erfolgte eine bimaxilläre Operation mit sagittaler Spaltung des Unterkiefers nach Obwegeser Dal Pont und Le-Fort-I Osteotomie. Die Gruppeneinteilung erfolgte anhand der Entwicklung SNA- und SNB-Wertes vor und nach Operation (siehe Punkt 2.4). Daraus ergaben sich drei verschiedenen Gruppen:

Gruppe 1: alle Patienten, bei denen ein Rezidiv festgestellt werden konnte.

Gruppe 2: alle Patienten, bei denen kein Rezidiv aufgetreten ist.

Gruppe 3: alle Patienten, die ein entgegengesetztes Rezidiv entwickelt haben.

#### 3.3.1 Zuordnung anhand SNB-Winkel

Von den insgesamt 30 Patienten konnte bei 14 Patienten ein Rezidiv festgestellt werden. Der SNB-Wert verkleinerte sich wie erwartet durch die Unterkieferrückverlagerung und entwickelte sich dann beim zweiten postoperativen FRS nach 6 bis 12 Monaten wieder in Richtung der Ausgangssituation. Keine Anzeichen für ein Rezidiv zeigten 13 Patienten. Die Werte verkleinerten sich wie erwartet von T0 zu T1 entsprechend der Verlagerung, blieben dann zum Zeitpunkt T2 aber stabil, bzw. die Veränderungen waren so minimal, dass sie innerhalb des Fehlerintervalls lagen. Ein entgegengesetztes Rezidiv zeigten 3 Probanden.

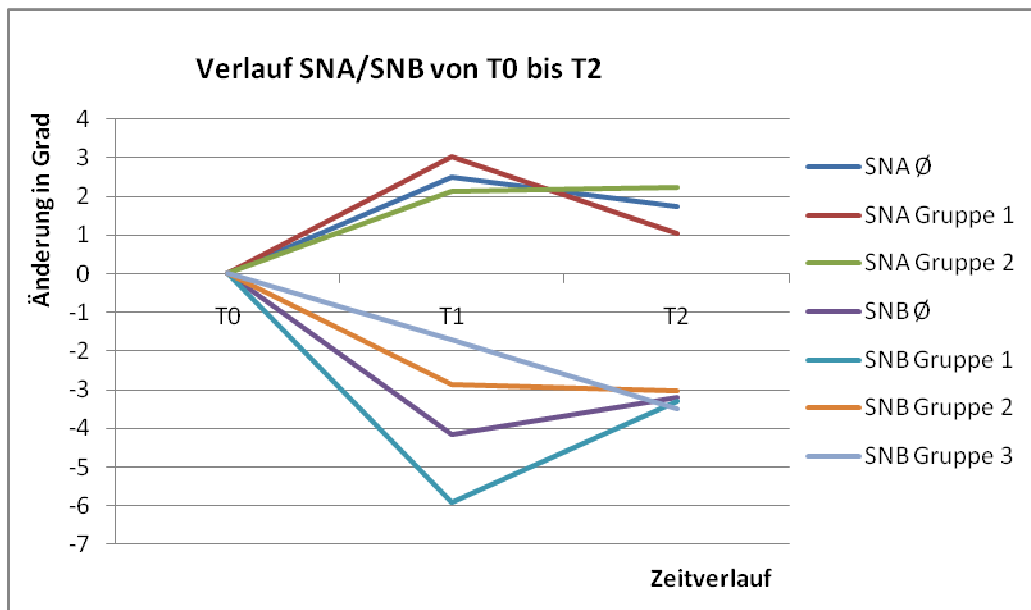
Hier entwickelten sich die SNB-Werte weiter entlang der Verlagerungsstrecke (siehe Tabelle 5).

	Anzahl	Gruppe 1: Rezidiv	Gruppe 2: kein Rezidiv	Gruppe 3: entgegengesetztes Rezidiv
OP 1 bimaxillär	24	10	12	2
OP 2 monomaxillär	6	4	1	1
insgesamt	30	14	13	3

**Tabelle 5:** Verteilung der 3 Gruppen (Gruppe 1: Rezidiv, Gruppe 2: kein Rezidiv, Gruppe 3: entgegengesetztes Rezidiv) auf die Operationsarten monomaxillär und bimaxillär anhand des SNB-Winkels

Der SNB-Winkel wurde durchschnittlich wie erwartet von T0 zu T1 um  $-4,17^\circ$  kleiner entsprechend der Verlagerungsrichtung. Von T1 zu T2 vergrößerte sich der SNB-Winkel durchschnittlich wieder um  $0,97^\circ$ . Die totale Veränderung des SNB betrug somit  $-3,2^\circ$ . Das entspricht einem Rezidiv von 23,3% (siehe Abb. 9). Die mittleren Winkeländerungen für SNB von T0 zu T1 liegen für beide Geschlechter nah aneinander. Die durchschnittliche SNB-Winkelveränderung lag bei den weiblichen Probanden bei  $-4,25^\circ$  und bei den männlichen Probanden bei  $-4,12^\circ$ .

Betrachtet man die verschiedenen Operationsarten, so lag die durchschnittliche SNB-Winkelveränderung von T0 zu T1 bei  $-4,12^\circ$  für bimaxilläre und bei  $-4,39^\circ$  für monomaxilläre Operationen. Bei den SNB-Werten von T1 zu T2 zeigte sich bei den Frauen eine durchschnittliche Vergrößerung des SNB-Wertes von  $0,61^\circ$  und bei den Männern eine Vergrößerung des SNB-Wertes um  $1,25^\circ$ . Bei den bimaxillären Operationen betrug die SNB-Vergrößerung  $0,98^\circ$  und bei den monomaxillären Operationen  $0,93^\circ$  (siehe Tabelle 7).



**Abbildung 9:** Verlaufsdiagramm für SNA und SNB für die Zeitpunkte T0 bis T2 (y-Achse: Veränderung in Grad; x-Achse: Zeitpunkte T0, T1 und T2)

### 3.3.2. Zuordnung anhand SNA-Winkel

Bei 10 Patienten der insgesamt 24 Patienten mit Le-Fort-I Operation konnte ein Rezidiv festgestellt werden. Der SNA-Wert vergrößerte sich entsprechend der Verlagerung von T0 zu T1 und entwickelte sich dann wieder in Richtung der Ausgangssituation. 14 Probanden zeigten kein Rezidiv. T2 lag also annähernd bei T1 innerhalb des Fehlerintervalls. Es konnte kein Patient der dritten Gruppe zugeordnet werden (siehe Tabelle 6).

	Anzahl	Gruppe 1: Rezidiv	Gruppe 2: kein Rezidiv	Gruppe 3: entgegengesetztes Rezidiv
OP 1 bimaxillär	24	10	14	0

**Tabelle 6:** Verteilung der 3 Gruppen (Gruppe 1: Rezidiv, Gruppe 2: kein Rezidiv, Gruppe 3: entgegengesetztes Rezidiv) anhand des SNA-Winkels

Der SNA-Winkel vergrößerte sich durch die Vorverlagerung bei den 24 im Oberkiefer operierten Patienten um durchschnittlich 2,5°. Von T1 zu T2 verringerte sich der SNA-Winkel wieder um -0,76° (siehe Abb. 9). Das entspricht einem Rezidiv von 30,4%. Die durchschnittliche SNA-Winkelveränderung von T0 zu T1 lag bei den weiblichen Probanden

bei 2,76° und bei den männlichen Probanden bei 2,28°. Von T1 zu T2 zeigten die Werte eine Verkleinerung bei den Frauen um -0,99° und bei den Männern um -0,56° (siehe Tabelle 7).

Variable		N	T1 bis T2 Mittelwert in ° STD	T0 bis T1 Mittelwert in ° STD
<b>SNB</b>	bimax	24	<b>0,98</b>	<b>-4,12</b>
			1,96	2,87
	monomax	6	<b>0,93</b>	<b>-4,39</b>
			2,14	3,47
	weiblich	13	<b>1,52</b>	<b>-4,25</b>
			2,22	3,36
	männlich	17	<b>0,35</b>	<b>-4,12</b>
			1,44	2,68
<b>SNA</b>	bimax	24	<b>-0,76</b>	<b>2,5</b>
			1,26	1,98
	weiblich	11	<b>-0,99</b>	<b>2,76</b>
			1,1	2,13
	männlich	13	<b>-0,56</b>	<b>2,28</b>
			1,38	1,9

**Tabelle 7:** Mittelwerte und Standardabweichung für SNA und SNB getrennt nach bimaxillärer und monomaxillärer Operation, sowie getrennt nach Geschlechtern für die Zeitpunkte T0 bis T1 und T1 bis T2.

### 3.3.3 Ergebnisse von Verlagerungsstrecken und – winkeln in Bezug auf die Gruppeneinteilung

#### 3.3.3.1 SNB und Abstand N-B

Im Mittel zeigte Gruppe eins eine durchschnittliche Verkleinerung des SNB-Winkels zum Zeitpunkt T1-T0 um -5,91° mit einer Rückstellung von T2-T1 um 2,26° (38,24%). Die zweite Gruppe (kein Rezidiv) zeigte eine Verkleinerung von T1-T0 um -2,86° mit einer weiteren Verkleinerung um -0,16°. In der dritten Gruppe (entgegengesetztes Rezidiv) lag die Verkleinerung im Durchschnitt bei -1,17° gefolgt von einer weiteren Verkleinerung um -1,8° von T2 zu T1.

Die Abstandswerte von N-B zeigten in Gruppe eins eine Verkleinerung von T1-T0 um -9,28 mm und eine Rückstellung von 3,37 mm (36,31%) bei T2-T1. Für Gruppe zwei lag die Verkleinerung bei -6,72 mm gefolgt von einer durchschnittlichen Rückstellung von 0,70 mm. Die dritte Gruppe zeigte bei T1-T0 eine Verkleinerung von -3,35 mm und eine weitere Entwicklung in diese Richtung von -2,46 mm (siehe Tabelle 8).

Gruppe	N	Mittelwert (in °/mm)			
		SNB T2-T1 STD	SNB T1-T0 STD	Abstand N-B T2-T1 STD	Abstand N-B T1-T0 STD
1	14	2,62	-5,91	3,37	-9,28
		1,47	2,83	3,36	2,64
2	13	-0,16	-2,86	0,7	-6,72
		0,56	2,29	2,26	3,02
3	3	-1,8	-1,71	-2,46	-3,35
		0,89	0,68	2,14	0,97
Insgesamt	30	0,97	-4,17	1,63	-7,58
		1,96	2,94	3,33	3,25

**Tabelle 8:** Mittelwerte und Standardabweichung für SNB und Abstand N-B für die drei Gruppen (Gruppe 1: Rezidiv, Gruppe 2: kein Rezidiv, Gruppe 3: entgegengesetztes Rezidiv) für die Zeitpunkte T2-T1 und T1-T0

### 3.3.3.2 SNA und Abstand N-A

Die erste Gruppe zeigte im Durchschnitt eine Vergrößerung des SNA-Winkels um 3,02°. Die Rückstellung beträgt von T2-T1 -1,97° (65,23%). Bei der zweiten Gruppe (kein Rezidiv) vergrößerte sich der SNA-Winkel im Mittel um 2,13° gefolgt von einer weiteren Vergrößerung um 0,1°.

Der Abstandwert N-A von Gruppe eins vergrößerte sich bei T1-T0 um 1,48mm. Die durchschnittliche Rückstellung betrug bei T2-T1 -1,29 mm (87,16%). Bei Gruppe zwei lag die Verlagerung bei 1,79 mm gefolgt von einer mittleren weiteren Verlagerung um 0,15 mm (siehe Tabelle 9).



Gruppe	Anzahl	Mittelwert (in °/mm)			
		SNA T2-T1 STD	SNA T1-T0 STD	Abstand N-A T2-T1 STD	Abstand N-A T1-T0 STD
1	10	<b>-1,97</b>	<b>3,02</b>	<b>-1,29</b>	<b>1,48</b>
		0,95	1,3	1,09	2,18
2	14	<b>0,1</b>	<b>2,13</b>	<b>0,15</b>	<b>1,79</b>
		0,49	2,33	1,35	1,09
Insgesamt	24	<b>-0,76</b>	<b>2,5</b>	<b>-0,45</b>	<b>1,66</b>
		1,26	1,98	1,42	1,6

Tabelle 9: Mittelwerte und Standardabweichung für SNA und Abstand N-A für die zwei Gruppen (Gruppe 1: Rezidiv, Gruppe 2: kein Rezidiv) für die Zeitpunkte T2-T1 und T1-T0

### 3.4 Korrelation zwischen SNA / SNB und zusätzlichen Variablen

Mit Hilfe des Korrelationskoeffizienten nach Spearman wurde die Stärke des Zusammenhangs (siehe Punkt 2.5, Tabelle 3) verschiedener Merkmale zueinander untersucht. Die starken und sehr starken Korrelationen sind in folgender Tabelle (Tabelle 10) zu finden.

Der Wits-Wert zeigte eine starke positive Korrelation ( $K=0,72$ ) mit dem ANB-Wert. Anhand der Messreihen ist zu sehen, dass ANB- und Wits-Wert sich beide in die gleiche Richtung entwickelten. Ebenso zeigte der Wits-Wert starke negative Korrelationen mit den Abstandswerten zu Pg ( $K=-0,56$ ) und B ( $K=-0,67$ ). Der Wits-Wert entwickelte sich entsprechend der Verlagerungsstrecke eher ins Positive, die Abstandswerte zu Pg und B entsprechend der Verlagerungsstrecke eher ins Negative. Zum Zeitpunkt T2 zu T1 (bei vorhandenem Rezidiv) liefen die Werte dann jeweils wieder in die andere Richtung, sind also negativ miteinander korreliert. Der Winkel SN-Pg zeigte eine sehr starke Korrelation mit dem SNB Winkel ( $K=0,94$ ). B-Punkt und Pogonion befinden sich nah aneinander am Unterkiefer und verhalten sich durch die enge Nachbarschaft sehr ähnlich. Stark negative Korrelationen wiesen SN-Pg zu ANB ( $K=-0,56$ ) und dem Abstand zu A ( $K=-0,52$ ) auf. ANB und A-Punkt entwickelten sich eher ins Positive, SN-Pg eher ins Negative durch die Rückverlagerung des Unterkiefers. Bei vorhandenem Rezidiv verhalten sich die Werte verkehrt herum, was zu einer negativen Korrelation führt. Weiterhin war SN-Pg stark positiv korreliert mit den

Abstandswerten zu Pg ( $K=0,65$ ), Me ( $K=0,64$ ) und B ( $K=0,69$ ). Diese Punkte sind Messpunkte des Unterkiefers und verhalten sich somit ähnlich zum SN-Pg Winkel. Der SNB-Winkel war stark negativ korreliert mit dem ANB-Winkel ( $K=-0,56$ ). Der SNB-Winkel wurde durch die Verlagerung kleiner und der ANB-Winkel größer. Im Falle eines Rezidivs verhalten sich beide Winkel andersherum. Dies kann man auch anhand der sehr starken negativen Korrelation zwischen ANB und Abstand N-B ( $K=-0,72$ ) sehen. Der SNB-Winkel war positiv korreliert mit den Abstandswerten zu Me ( $K=0,68$ ), B ( $K=0,76$ ) und Pogonion ( $K=0,67$ ). Alle diese Werte verhalten sich gleichsinnig, da sie in enger Nachbarschaft am Unterkiefer zu finden sind. Ebenso zeigten dies die sehr starken Korrelationen der Abstandswerte vom B-Punkt zu Me ( $K=0,86$ ) und Pg ( $K=0,95$ ). Die Abstandswerte von A- und B-Punkt waren negativ miteinander korreliert ( $K=-0,52$ ). Der A-Punkt entwickelte sich durch die Verlagerung ins Positive der B-Punkt ins Negative. Im Falle eines Rezidivs verhalten sich beide Werte wiederum gegensinnig.

Dies zeigte ebenso die starke Korrelation zwischen Abstand N-Pg und Abstand N-A ( $K=-0,54$ ). Abstand N-Pg und Abstand N-Me waren sehr stark positiv miteinander korreliert ( $K=0,91$ ) durch ihre Lage am Unterkiefer. Der ANB-Winkel war negativ mit den Abstandswerten von Me ( $K=-0,56$ ) und Pg ( $K=-0,73$ ) korreliert. Me und Pg entwickelten sich durch die Verlagerung in den negativen Bereich, ANB hingegen wurde positiv. Die Abstandswerte von N zu A waren stark positiv korreliert mit dem SNA-Winkel ( $K=0,54$ ) und dem Abstand N-ANS ( $K=0,55$ ). Alle Punkte befinden sich am Oberkiefer und entwickelten sich deshalb gleichsinnig.

Variable 1	Variable 2	Korrelationen
ANB	Abstand N – Pg	-0,73
ANB	Abstand N – B	-0,72
Abstand N – B	Wits	-0,67
ANB	SNB	-0,56
Abstand N – Me	ANB	-0,56
Wits	Abstand N – Pg	-0,56
ANB	SN-Po	-0,56
Abstand SN zu A	Abstand N – Pg	-0,54
Abstand SN zu A	SN-Po	-0,52
Abstand SN zu A	Abstand N – B	-0,52
SNA	Abstand N – A	0,54
Abstand N – ANS	Abstand N – A	0,55
Abstand N – Me	SN-Po	0,64
Abstand N – Pg	SN-Po	0,65
Abstand N – Pg	SNB	0,67
SNB	Abstand N – Me	0,68
Abstand N – B	SN-Po	0,69
Wits	ANB	0,72
Abstand N – B	SNB	0,76
Abstand N – Me	Abstand N – B	0,86
Abstand N – Pg	Abstand N – Me	0,91
SN-Po	SNB	0,94
Abstand N – Pg	Abstand N – B	0,95

**Tabelle 10:** Korrelationen berechnet nach Spearman aufsteigend sortiert; Signifikanzniveau 1%.

### 3.5 Verlagerungsstrecken und -winkel

Die Verlagerungsstrecken wurden errechnet aus den Abstandswerten jeweils des A- und des B-Punktes projiziert auf das Koordinatensystem als Abstand zum N-Punkt.

Als x-Achse ist die SN-Linie festgelegt, als y-Achse die Senkrechte durch den N-Punkt. Der jeweilige Punkt wurde nun in der Vertikalen parallel zur y-Achse auf die SN-Linie projiziert,

um den Abstand zu N zu bestimmen. Punkte, die anterior von N zu liegen kommen, haben positive Werte; Punkte, die posterior von N zu liegen kommen haben negative Werte.

### **3.5.1 Ergebnisse der Verlagerungsstrecken (Abstand SN zu Punkt A/B)**

#### **3.5.1.1 Gruppen Verlagerungsstrecken Unterkiefer / Abstand N - B**

Die Verlagerungsstrecken für den Unterkiefer wurden entsprechend der erfolgten Verlagerung von zwei Millimetern bis vierzehn Millimetern gleichmäßig in drei Gruppen eingeteilt, um herauszuarbeiten, ob und inwieweit sich das Rezidiv bei den unterschiedlichen Verlagerungsstrecken anders verhält.

1. Gruppe: 2 bis 6 mm
2. Gruppe: 6 bis 10 mm
3. Gruppe: 10 bis 14 mm

Die durchschnittlich erreichte Verlagerungsstrecke des B-Punktes von T0 zu T1 betrug -7,58 mm mit einer Rückstellung von T1 zu T2 von 1,63 mm (21,5%).

Gruppe 1 zeigte eine Verlagerung von durchschnittlich -3,66 mm. In dieser Gruppe kam es im Durchschnitt nicht zu einer Rückstellung, da die drei Patientenfälle, bei denen es zu einer weiteren Entwicklung in Richtung der Operationsverlagerung kam, ebenfalls zu dieser Gruppe gehörten. Dies führte durchschnittlich zu einer weiteren Verlagerung von -0,78 mm (21,3%). Zu einer Verlagerung von -8,51 mm von T0 zu T1 kam es bei der zweiten Gruppe. Die Rückverlagerung betrug 1,97 mm (23,1%). Bei der dritten Gruppe kam es zu einer durchschnittlichen Verlagerung von -11,45 mm und einer Rückstellung von 4,44 mm. Dies entspricht einem Rezidiv von 38,7% (siehe Tabelle 11).

Gruppe	Verlagerung in mm	N	Mittelwert (in mm)	
			Abstand N–B T2-T1 STD	Abstand N–B T1-T0 STD
1	2 bis 6 mm	10	<b>-0,78</b>	<b>-3,66</b>
			2,13	1,29
2	6 bis 10 mm	13	<b>1,97</b>	<b>-8,51</b>
			2,3	1,05
3	10 bis 14 mm	7	<b>4,44</b>	<b>-11,45</b>
			4,15	1,13
Insgesamt		30	<b>1,63</b>	<b>-7,58</b>
			3,33	3,25

**Tabelle 11:** Mittelwerte der Verlagerungstrecken der 3 Gruppen (1. Gruppe: 2 bis 6 mm; 2. Gruppe: 6 bis 10 mm; 3. Gruppe: 10 bis 14 mm) für Abstand SN-B für T2 zu T1 und T1 zu T0

### 3.5.1.2 Gruppen Verlagerungstrecke Oberkiefer / Abstand N - A

Die Verlagerungstrecken für den Oberkiefer wurden entsprechend der erfolgten Verlagerung von bis zu 4,8 mm in zwei Gruppen eingeteilt, um herauszuarbeiten, ob und inwieweit sich das Rezidiv in den unterschiedlichen Gruppen anders verhält.

1. Gruppe: 0 bis 2,4 mm

2. Gruppe: 2,4 bis 4,8 mm

Die durchschnittlich erreichte Verlagerungstrecke des A-Punktes von T0 zu T1 betrug 1,66 mm mit einer Rückstellung von T1 zu T2 von -0,45 mm (27,1%). Die erste Gruppe zeigte eine durchschnittliche Vorverlagerung von 1,32 mm mit einer Rückstellung von -0,35 mm (26,5%). Durchschnittlich zeigte die zweite Gruppe eine Vorverlagerung von T0 zu T1 von 2,49 mm und eine Rückstellung von T2 zu T1 von -0,69 mm. Dies entspricht einem Rezidiv von 27,7% (siehe Tabelle 12).

Gruppe	Verlagerung in mm	N	Mittelwert (in mm)	
			Abstand N-A T2-T1 STD	Abstand N-A T1-T0 STD
1	0 bis 2,4 mm	17	<b>-0,35</b>	<b>1,32</b>
			1,47	1,08
2	2,4 bis 4,8 mm	7	<b>-0,69</b>	<b>2,49</b>
			1,39	2,37
Insgesamt		24	<b>-0,45</b>	<b>1,66</b>
			1,42	1,60

**Tabelle 12:** Verlagerungsstrecken der 2 Gruppen (1. Gruppe: 0 bis 2,4 mm; 2. Gruppe: 2,4 bis 4,8 mm) für Abstand SN-A für T2 zu T1 und T1 zu T0

### 3.5.2 Ergebnisse der Winkelveränderungen (SNA / SNB)

#### 3.5.2.1 Gruppen Winkelveränderungen Unterkiefer / SNB

Ebenso wie für die Verlagerungsstrecken wurden die Winkelveränderungen von SNB in drei Gruppen entsprechend der erfolgten Winkeländerungen von 0 bis 10,5° eingeteilt, um das Rezidiv anhand der unterschiedlichen Winkelveränderungen zu beurteilen.

1. Gruppe: 0 bis 3,5°
2. Gruppe: 3,5 bis 7°
3. Gruppe: 7 bis 10,5°

Die durchschnittliche Winkelveränderung für den Zeitraum T1 zu T0 lag für den SNB-Winkel bei -4,14°. Gefolgt von einer durchschnittlichen Winkelrückveränderung von 0,97° (23,4%). Für die erste Gruppe lag die mittlere Winkeländerung von T1 zu T0 bei -1,84°. Hier wurde eine sehr geringe Entwicklung von 0,06° (3,2%) in Richtung der Ausgangssituation verzeichnet. Die zweite Gruppe zeigte eine durchschnittliche Winkeländerung von -4,64 zum Zeitpunkt T1 zu T0. Die mittlere Rückentwicklung lag bei 1,23° (26,5%). Die durchschnittliche Winkelveränderung von T0 zu T1 der Gruppe 3 lag bei -8,64° mit einer Rückentwicklung von 2,9° (33,6%).

Gruppe	Winkelveränderung in °	N	Mittelwert (in °)	
			SNB T2-T1 STD	SNB T1-T0 STD
<b>1</b>	0 bis 3,5°	15	<b>0,06</b>	<b>-1,84</b>
			1,56	0,95
<b>2</b>	3,5 bis 7°	8	<b>1,23</b>	<b>-4,64</b>
			1,18	0,82
<b>3</b>	7 bis 10,5°	7	<b>2,9</b>	<b>-8,64</b>
			2,05	1,32
<b>Insgesamt</b>		30	<b>0,97</b>	<b>-4,17</b>
			1,96	2,94

**Tabelle 13:** Winkelveränderungen der 3 Gruppen (1. Gruppe 0 bis 3,5°; 2. Gruppe 3,5 bis 7°; 3. Gruppe 7 bis 10,5°) für SNB mit Mittelwert und Standardabweichung für T2 zu T1 und T1 zu T0

### 3.5.2.2 Gruppen Winkelveränderungen Oberkiefer / SNA

Die Winkeländerungen des SNA-Winkels wurden anhand der erfolgten Winkeländerung von T0 zu T1 in zwei Gruppen eingeteilt, um das Rezidiv für die unterschiedlich großen Änderungen zu erfassen.

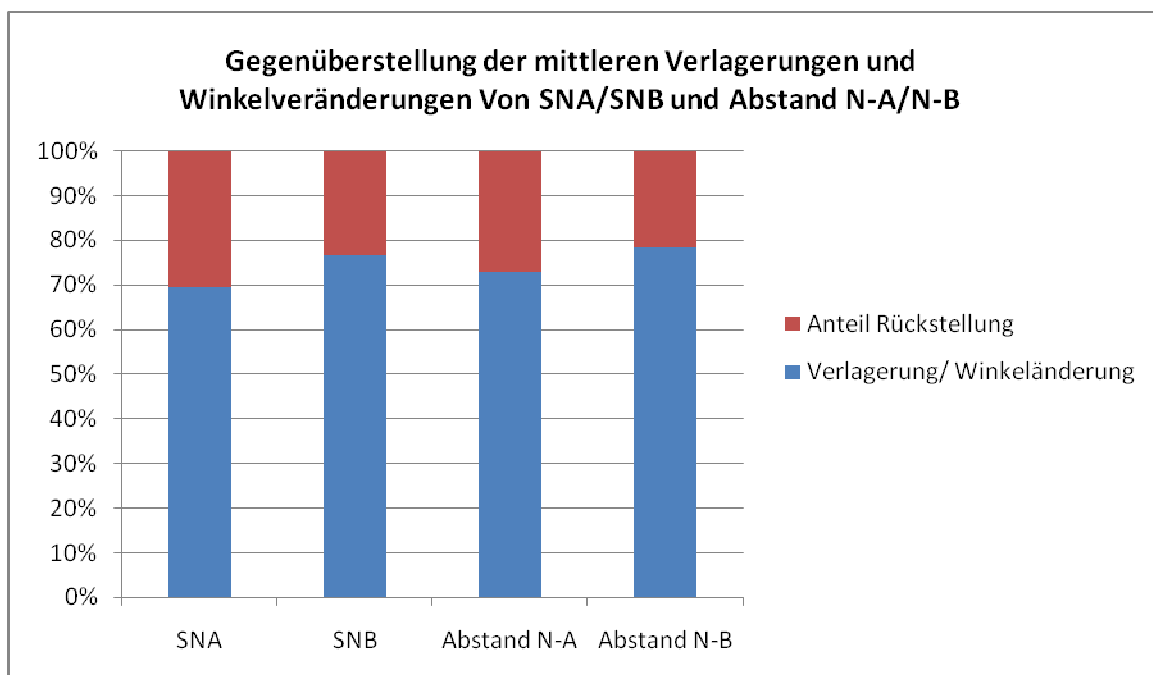
1. Gruppe: 0 bis 3,2°
2. Gruppe: 3,2 bis 6,4°

Die mittlere Winkelveränderung für den Zeitraum T1 zu T0 lag für den SNA-Winkel bei 2,5°. Gefolgt von einer durchschnittlichen Winkelrückveränderung von -0,76° (30,4%). Die erste Gruppe zeigte von T0 zu T1 eine mittlere Winkelveränderung von 1,2° mit einer Rückstellung von T1 zu T2 von -0,51° (42,5%). In der zweiten Gruppe betrug die Winkelveränderung 4,66° mit einer Rückstellung von -1,17° (25,1%).

Gruppe	Winkelveränderung in °	N	Mittelwert (in°)	
			SNA T2-T1 STD	SNA T1-T0 STD
1	0 bis 3,2°	15	<b>-0,51</b>	<b>1,20</b>
			0,94	1,15
2	3,2 bis 6,4°	9	<b>-1,17</b>	<b>4,66</b>
			1,64	0,78
Insgesamt		24	<b>-0,76</b>	<b>2,50</b>
			1,26	1,98

**Tabelle 14:** Winkelveränderungen der 2 Gruppen (1. Gruppe 0 bis 3,2°; 2. Gruppe 3,2 bis 6,4°) für SNA mit Mittelwert und Standardabweichung für T2 zu T1 und T1 zu T0

In der folgenden Abbildung (Abb. 10) sind die Rückstellungen für die oben genannten Winkel und Strecken zusammengefasst.



**Abbildung 10:** Gegenüberstellung der durchschnittlichen Änderungen von T0 zu T1 und den anteiligen Rückstellungen bei T1-T2 für SNA,SNB, Abstand N-A und Abstand N-B in Prozent.



### 3.5.3 Ergebnisse der klinisch relevanten Rückstellungen

Betrachtet man ausschließlich die klinisch relevanten Rückstellungen der Strecken und Winkel von  $> 2$  mm und  $> 2^\circ$ , wie auch bei anderen Autoren vorgenommen (Proffit et al. 2000), so kommt man zu folgenden Ergebnissen:

Variable	N	T1 bis T2 Mittelwert in mm/° STD	T0 bis T1 Mittelwert in mm/° STD
SNA	5	<b>-2,73</b>	<b>3,87</b>
		0,75	1,25
SNB	8	<b>3,49</b>	<b>-6,45</b>
		1,4	2,61
Abstand N-A	4	<b>-2,25</b>	<b>2,5</b>
		0,6	1,23
Abstand N-B	12	<b>4,68</b>	<b>-9,15</b>
		2,83	2,38

**Tabelle 15:** Mittelwert und Standardabweichung von SNA, SNB und der Abstandswerte zu A und B für die Zeitpunkte T1 bis T2 und T0 bis T1.

Die Gruppe 1 (Rezidiv) des SNA-Winkels verkleinerte sich von 10 auf 5 Patienten. Demnach zeigten 20,8% der im Oberkiefer operierten Patienten ein klinisch relevantes Rezidiv. Im Mittel ergab sich für den SNA-Winkel eine Verlagerung von  $3,87^\circ$  und eine Rückstellung von  $-2,73^\circ$  (61,2%). Für die Rezidivgruppe des SNB-Winkels bedeutete das eine Verminderung der Gruppenanzahl von 14 auf 8 Patienten. 26,6% der im Unterkiefer operierten Patienten zeigten hier ein klinisch relevantes Rezidiv. Die Verlagerung von T0 bis T1 betrug für SNB  $-6,45^\circ$  mit einer Rückstellung um  $3,49^\circ$  (54,1%). Für die Abstandswerte zu A lagen die Werte bei T0 bis T1 bei 2,5 mm Verlagerung mit einer Rückstellung von  $-2,25$  mm (90%). Die Rezidivgruppe verkleinerte sich von 10 auf 4 Patienten. Beim B-Punkt lagen die Abstandswerte von T0 bis T1 bei  $-9,15$  mm gefolgt von einer Rückstellung um 4,68 mm (51,1%). Die Rezidivgruppe verkleinerte sich von 17 auf 12 Patienten.

### 3.6 Ergebnisse anderer Variablen

Die folgenden zwei Tabellen zeigen die Ergebnisse der zusätzlichen Variablen. Das Patientenkollektiv wurde in zwei Gruppen aufgeteilt: Gruppe UK (im Unterkiefer operierte Patienten); Gruppe OK (im Oberkiefer operierte Patienten).

Variable	Gruppe	N	T2-T1 Mittelwert in mm/° STD	T1-T0 Mittelwert in mm/° STD
ANB	UK	30	<b>-1,17</b>	<b>5,98</b>
			1,77	2,38
	OK	24	<b>-1,28</b>	<b>6,30</b>
			1,74	2,25
Wits	UK	30	<b>-1,61</b>	<b>8,08</b>
			2,09	3,24
	OK	24	<b>-1,67</b>	<b>8,10</b>
			2,10	3,50
SN-Pg	UK	30	<b>0,98</b>	<b>-3,49</b>
			1,85	2,97
	OK	24	<b>1,01</b>	<b>-3,39</b>
			1,81	2,84
Abstand N-Me	UK	30	<b>1,64</b>	<b>-7,33</b>
			3,62	3,42
	OK	24	<b>1,85</b>	<b>-7,52</b>
			3,76	3,22
Abstand N-Pg	UK	30	<b>1,84</b>	<b>-7,53</b>
			3,50	3,69
	OK	24	<b>2,03</b>	<b>-7,73</b>
			3,53	3,58

Tabelle 16: Mittelwerte (in mm/°) und Standardabweichung der Verlagerungen und Winkelveränderungen zusätzlicher Variablen (ANB, Wits, SN-Pg, Abstandswerte N zu Me und Pg) jeweils für Gruppe 1 (im Unterkiefer operierte Patienten) und Gruppe 2 (im Oberkiefer operierte Patienten) zum Zeitpunkt T2-T1 und T1-T0.

Variable	N=24	T2-T1 Mittelwert in mm STD	T1-T0 Mittelwert in mm STD
Abstand N-ANS		<b>-0,52</b>	<b>-0,46</b>
		1,91	3,52
Abstand N-PNS		<b>-0,41</b>	<b>0,23</b>
		3,3	2,27

**Tabelle 17:** Mittelwerte und Standardabweichung der Abstandswerte N zu ANS und PNS in mm für die im Oberkiefer operierten Patienten (N=24) zum Zeitpunkt T2-T1 und T1-T0.

### 3.6.1 ANB

Der ANB-Winkel wurde wie erwartet durch die Verlagerung positiver. Im Durchschnitt vergrößerte er sich von T0 zu T1 um 5,98°. Die Rückentwicklung von T1 zu T2 lag bei -1,17° (19.56%). Betrachtete man ausschließlich die Werte der im Oberkiefer operierten Patienten so ergab dies im Durchschnitt eine Vergrößerung von 6,3° und eine Rückstellung von -1,28° (20,31%).

### 3.6.2 Wits-Wert

Der Wits-Wert entwickelte sich durch die Verlagerung ins Positive, im Mittel um 8,08 mm. Die durchschnittliche Rückstellung von T1 zu T2 betrug -1,28 mm (15,84%). Für die Gruppe zwei lag die durchschnittliche Verlagerung von T0 zu T1 bei 8,1 mm. Die Rückverlagerung betrug -1,67 mm (20,6%).

### 3.6.3 SN-Pg

Der SN-Pg Winkel verkleinerte sich wie erwartet durch die Verlagerung um -3,49°. Die Rückstellung lag bei 0,98° (28,08%) bei T2-T1. Für die zweite Gruppe lag die Verlagerung bei -3,39° mit einer Rückstellung von 1,01° (29,79%).

### **3.6.4 Abstand N-Me**

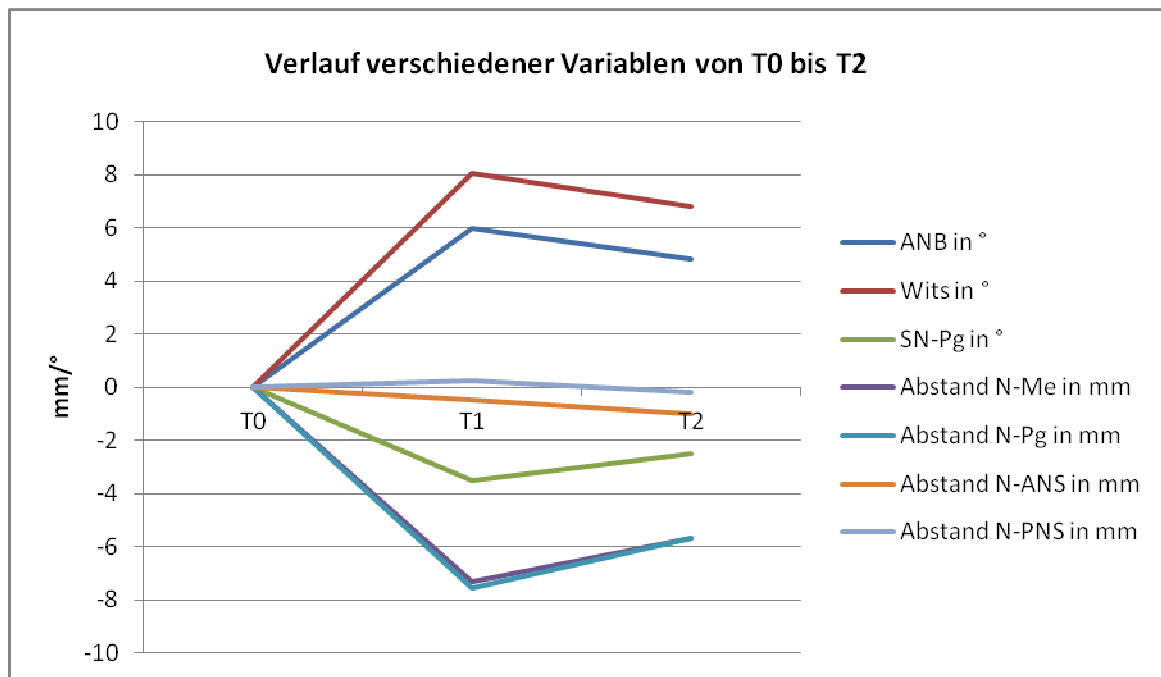
Für Gruppe eins lag zum Zeitpunkt T1-T0 die Verlagerung bei -7,33 mm. Gefolgt von einer Rückverlagerung von 1,64 mm (22,37%). Bei den im Oberkiefer operierten Patienten lag der Wert für T1-T0 7,52 mm. Bei T2-T1 lag der Wert für diese Gruppe bei 1,85 mm (24,6%).

### **3.6.5 Abstand N-Pg**

Die Abstandswerte N-Pg ergaben von T1-T0 einen Mittelwert von -7,53 und eine Rückstellung von T2-T1 von 1,84mm (24,43%). Gruppe zwei lag bei -7,73 mm für T1-T0 gefolgt von einer Rückstellung von 2,03 mm (26,26%).

### **3.6.6 Abstand N-ANS und PNS**

ANS zeigte bei T1-T0 eine Verlagerung von -0,46 mm mit einer weiteren Verlagerung von -0,52 mm. Die Abstandswerte für PNS zum Zeitpunkt T1-T0 betrugen 0,23 mm mit einer Rückstellung für T2-T1 von -0,41 mm.



**Abbildung 11:** Verlauf der Variablen ANB, Wits, SNPg und der Abstände von N zu Me, Pg, PNS, ANS von T0 bis T2 in Grad/mm

## 4. Diskussion

Generell ist bei Betrachtung von gemessenen Daten zu beachten, dass diese unterschiedlichen Fehlerquellen unterworfen sind. Diese Abweichungen des Wertes vom wahren Wert können zufälliger oder systematischer Natur sein. Der zufällige Fehler ist durch die Variabilität der Probanden bedingt und ist generell nicht zu vermeiden, aber durch sorgfältige Planung und Auswahl einer homogenen Versuchsgruppe sollte er klein gehalten werden. Der systematische Fehler verfälscht das Ergebnis in eine bestimmte Richtung (Weiß 2008). Das passiert beispielsweise durch die bei jeder FRS-Aufnahme entstehende Vergrößerung. Der dieser Arbeit zu Grunde liegende Gesamtfehler beträgt für Strecken 1,48 mm und für Winkel 1,43°.

In der Literatur finden sich Angaben von 0,3 mm bzw. Grad bis knapp 2 mm bzw. Grad (Denison et al. 1989; Ayoub et al. 2000; Politi et al. 2002, Busby et al. 2002; Burden et al. 2007; Jakobsone et al. 2011)

Bei allen 30 Patienten wurde im Unterkiefer eine sagittale Rückverlagerung nach Obwegeser Dal Pont durchgeführt. Diese Operationsmethode ist in Übereinstimmung mit vielen anderen Autoren das Operationsverfahren der Wahl zur Korrektur der skelettalen Klasse III (Broadbent & Wolf 1977; Paulus & Steinhäuser 1982; Schwenzer & Ehrenfeld 2000; Dolce et al. 2002). Bei 24 der 30 Probanden wurde zusätzlich im Rahmen einer bimaxillären Operation der Oberkiefer nach anterior verlagert durch eine Le-Fort-I Osteotomie. Auch diese Operationstechnik hat sich als Standardverfahren für Dysgnathieoperationen durchgesetzt. (Obwegeser 1965; Schwenzer & Ehrenfeld 2000; Reichart et al. 2002).

Um eine homogene Patientengruppe zu erhalten und damit den zufälligen Fehler zu reduzieren, wurden nur Patienten eingeschlossen, die eindeutig einer skelettalen Klasse III zugeordnet werden konnten- also einen negativen ANB-Winkel und WITS Wert vor der Operation aufwiesen.

Von den insgesamt 30 Patienten waren 17 (56,6%) männlich und 13 (43,3%) weiblich. Autoren vergleichbarer Studien berichten über ähnliche Geschlechtsverteilungen. Dowling berichtet in seiner Veröffentlichung von 51,1% männlichen Probanden und Jakobsone von 67% männlichen Probanden (Dowling et al. 2005; Jacobsone et al. 2011). Allerdings findet man mehrheitlich Arbeiten mit Geschlechtsverteilung die deutlich höhere Prozentsätze für das weibliche Geschlecht aufweisen. Laut Bauer und Diedrich liegt die Ursache der höheren

Frauenquoten in dem verstärkten ästhetischen Interesse der weiblichen Patienten (Bauer & Diedrich 1990). Der höhere männliche Anteil in dieser Studie ist durch die Selektion vor Festlegung des Patientenkollektivs zu erklären. Vor Auswahl der Patienten anhand der Einschlusskriterien lag der weibliche Anteil bei knapp 60%. Viele der weiblichen in Kiel operierten Patientinnen passten nicht in die Auswahlkriterien für diese Studie, was zu einer Verschiebung in Richtung der männlichen Probanden geführt hat.

Das Durchschnittsalter der Patienten lag bei 24,8 Jahren. Andere Autoren berichten über ähnliche Durchschnittsalter zum Operationszeitpunkt, so beispielsweise Kierl et al. (1990) von 26,6 Jahren oder Dowling et al. (2005) von 27,3 Jahren. Das Operationsalter verteilte sich von 18,1 bis 64 Jahren, wobei der zweitälteste Patient 37,8 Jahre alt war. Rezidive aufgrund von noch vorhandenem Restwachstum können ausgeschlossen werden, da das Wachstum bei Frauen mit dem siebzehnten Lebensjahr und bei Männern mit dem achtzehnten Lebensjahr abgeschlossen ist (Björk 1968). Die Patienten dieser Untersuchungsgruppe waren alle älter als 18 Jahre zum Zeitpunkt der Operation. Der überwiegende Anteil der Operationen fand zwischen dem 20. und 30. Lebensjahr statt. Bauer und Diedrich (1990) sehen eine Erklärung für den gesteigerten Behandlungswunsch im Alter von 20 und 30 Jahren darin, dass wahrscheinlich gerade in dieser Altersgruppe aus privaten und beruflichen Gründen ein positives Äußeres eine bedeutende Rolle spielt.

Die Analyse des Fernröntgenseitenbildes ist die Standardmethode, um Daten der skelettalen Situation vor und nach Dysgnathieoperationen zu erhalten und zu vergleichen.

Um den systematischen Fehler so gering wie möglich zu halten, werden FRS immer möglichst unter gleichen Bedingungen angefertigt. Der Patientenkopf wird in einem Kopfhalter (Cephalostat) mit Ohroliven im Porus acusticus externus und einem Stirnband fixiert; das verhindert Rotationen des Kopfes. Zusätzlich wird ein Meßlineal mitabgelichtet um eine Referenz für die Vergrößerung zu erhalten. Durch den konstanten Fokus-Objekt-Abstand von 1,5m werden projektionsbedingte Strukturverschiebungen klein gehalten. Trotz Anwendung der genannten Maßnahmen ist es nicht möglich den systematischen Fehler gänzlich zu reduzieren. Es ist allgemein bekannt, dass die Auswertungen von FRS-Aufnahmen mit Fehlern behaftet sind. Der diese Studie zugrunde liegende Fehler wird unter Punkt 3.1 besprochen und entspricht Werten anderer Autoren (Denison et al. 1989; Ayoub et al. 2000; Politi et al. 2002, Busby et al. 2002; Burden et al. 2007; Jakobsone et al. 2011). Die FRS

wurden alle von einer Person ausgewertet und pro Patient immer in einem Zeitintervall. Zusätzlich wurden die FRS parallel an 3 Bildschirmen ausgewertet. Es wurden ausschließlich gängige und leicht messbare Variablen verwendet.

Um zusätzliche lineare Werte zu erhalten wurde ein Koordinatensystem in das FRS eingefügt. Als x-Achse wurde die N-S-Linie festgelegt. Diese Linie unterliegt zwar interindividuell großen Schwankungen, ist aber individuell konstant (Foster et al. 1981). Die y-Achse wurde jeweils als Senkrechte durch den zu analysierenden Punkt erstellt und der Abstand zu Punkt N gemessen. Theoretisch ist es denkbar, dass sich beispielsweise der B-Punkt durch die Verlagerung auf dem Schenkel des SNB-Winkels bewegt. Betrachtet man nun ausschließlich den SNB-Winkel, ist keine Veränderung festzustellen. Dieses Problem wird durch Verwendung linearer Ergebnisse kompensiert. In der Literatur werden häufig ebenfalls Koordinatensysteme verwandt, allerdings mit verschiedensten Referenzlinien (Ayoub 2000, Apornmaeklong 2004, Proffit 2007). Als x- Achse wird oft die S-N-Linie, die Frankfurter Horizontale oder auch die natural head position benutzt und als y-Achse fungieren oft Senkrechte durch S oder N. Die Vorteile des Koordinatensystems sind eindeutig die linearen Abstandswerte. Die Verwendung unterschiedlicher Referenzlinien macht allerdings den Vergleich zwischen den in der Literatur erschienenen Ergebnissen sehr schwer. Deshalb erschien es sinnvoll, in dieser Arbeit alle linearen Ergebnisse als prozentuale Anteile von der Gesamtbewegung darzustellen, um Vergleiche mit anderen Arbeiten zu ermöglichen. Allerdings müssen diese Prozentangaben bei sehr kleinen Verlagerungsstrecken vorsichtig betrachtet werden, da hier bereits sehr kleine Rezidive einen relativ großen Prozentsatz ausmachen können. Liegt die Verlagerung beispielsweise bei 2 mm mit einem Rezidiv von 1 mm, so beträgt das Rezidiv 50%. Gerade bei diesen kleinen Werten kann das Ergebnis stark verfälscht werden, da die Werte nah an Fehlerwerten für Messungenauigkeiten und Projektionsfehlern liegen.

Dem Thema der Stabilität nach Dysgnathieoperationen wurde in den vergangenen fünfzig Jahren viel Aufmerksamkeit geschenkt. Somit stieg in dieser Zeit auch die Anzahl der wissenschaftlichen Untersuchungen zu diesem Thema. Die dadurch folgende fortwährende Weiterentwicklung der Operationstechniken und beeinflussenden Faktoren erfordert eine stetige Überprüfung des Erreichten, um weiteren Fortschritt zu ermöglichen. Es wurden in der Literatur zahlreiche Faktoren genannt, die die Stabilität beeinflussen können.



Häufig untersucht und als einer der wichtigsten Faktoren für ein Rezidiv hat sich die Größe der intraoperativen Verlagerungsstrecke dargestellt. Je größer die erfolgte Verlagerung, desto eher kommt es zu einem Rezidiv (Scheuer & Höltje 2001; Dowling et al. 2005; Jacobsone et al. 2011). Allerdings muss man hier auch betrachten, in welche Richtung die Verlagerung erfolgte und welcher Kiefer verlagert wurde. Proffit et al. (2007) haben in einer umfassenden Studie die Hierarchie der Stabilität anschaulich aufgezeigt. So ist beispielsweise die Vorverlagerung des Unterkiefers weitaus stabiler als die Rückverlagerung, oder auch die Hochverlagerung des Oberkiefers stabiler als das Heruntersetzen des Oberkiefers. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen ähnliche Verhältnisse. 20,8% der im Oberkiefer operierten Patienten und 26,6% der im Unterkiefer operierten Patienten zeigen eine Rückstellung, die über dem klinisch relevanten Wert von 2 mm/° liegt. Der kleinere Prozentsatz der im Oberkiefer operierten Patienten zeigt auf, dass ebenso wie bei Proffit et al. (2007) die Oberkiefervorverlagerung in dieser Studie stabilere Ergebnisse liefert als die Unterkieferrückverlagerung. In Bezug auf das Ausmaß der Verlagerung kann man anhand der Abstandswerte zu B und der unterschiedlich großen Verlagerung sehen (siehe Abschnitt 3.5.1.1), dass der prozentuale Anteil des Rezidivs steigt, je größer die Verlagerungsstrecke ist. So liegt das Rezidiv in der Verlagerungsgruppe 6-10 mm noch bei 23,1% und steigt in der Gruppe 10-14 mm auf 38,7%. Dies zeigen auch Ergebnisse von Kobayashi. Es wurde eine signifikante Beziehung zwischen der Größe der Rückverlagerung und dem Rezidiv festgestellt, insbesondere bei den Verlagerungen von über 10 mm (Kobayashi et al. 1986). Die Werte für die Winkeländerungen für SNB zeigen ebenfalls einen Anstieg der Rezidivraten. Die Werte steigen von 26,5% in Gruppe 2 auf 33,6% in Gruppe 3. Die Werte für den Oberkiefer zeigen diese Verhältnisse nicht. Das Rezidiv bleibt hier bei den unterschiedlichen Verlagerungsstrecken relativ konstant bei 27,1% für Gruppe 1 und 27,7% für Gruppe 2. Hier ist aber zu beachten, dass die Vorverlagerung des Oberkiefers laut Proffit et al. (2007) zu den weitaus stabileren Operationen gehört. Zudem sind die Werte gerade der kleineren Verlagerungsstrecken sehr klein und die Ergebnisse sollten hier mit einiger Vorsicht betrachtet werden, insbesondere da diese Werte hier häufig unter dem klinisch relevanten Niveau von 2 mm bleiben (Proffit 2007).

Mit Ausnahme von ANS und PNS zeigen die anderen Variablen vergleichbare Ergebnisse zu SNB, SNA, Abstand N-A und Abstand N-B. ANS wird im Rahmen der Operation häufig geglättet, was die unerwartete Entwicklung von T0 zu T1 ins Negative erklärt. PNS ist der

Schnittpunkt der anterioren Wand der Fossa pterygopalatina mit dem Nasenboden. Dieser Punkt verändert sich im Rahmen der Operationen ebenfalls, da die Position des Nasenbodens durch die Bewegung des Oberkiefers in der Sagittalen ggf. kombiniert mit Verlagerungen nach kranial oder kaudal verändert wird. Aus den genannten Gründen sollten ANS und PNS nur unter Vorbehalt zur Rezidivanalyse herangezogen werden. Auch andere Autoren berichten von Patienten mit negativem bzw. entgegengesetztem Rezidiv (Rubens et al. 1988, Richter et al. 1990). Bei Rubens et al. (1988) liegt beispielsweise der Anteil der Patienten mit entgegengesetztem Rezidiv bei 5%. In der vorliegenden Studie liegt der Anteil dieser Gruppe bei 1%. In den erwähnten Studien wird das entgegengesetzte Rezidiv entweder mit der Autorotation des Unterkiefers, oder durch die veränderten Muskelzüge bedingt durch die Verlagerung begründet.

Weiterhin ist bekannt, dass eine Positionierung der gelenktragenden Segmente abweichend von der Ausgangsposition die Stabilität des Behandlungsergebnisses im Unterkiefer erheblich beeinflussen kann (Lake et al. 1981; Komori 1989; Cho 2007). Dieser Faktor kann im Rahmen dieser Studie nahezu ausgeschlossen werden, da in der Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie des Universitätsklinikums Kiel Stellschrauben zur Anwendung kommen, die es erlauben, die Position des proximalen Segments entsprechend der Ausgangssituation wiederherzustellen. Allerdings zeigen neueste Veröffentlichungen von Nitsche et al. (2011), dass auch bei Verwendung von Stellschrauben minimale postoperative Bewegungen von unter 1 mm der proximalen Segmente möglich sind. Da die Bewegungen dieser Größenordnung aber nah am Fehlerintervall und unter den klinisch relevanten 2 mm liegen, kann diese Einflussgröße hier vernachlässigt werden.

Auch die umgebenden Weichteile können den Behandlungserfolg negativ beeinflussen. So kann erhöhter Zungendruck, das übermassige Dehnen des Weichgewebes oder der suprahyoidalen Muskulatur zu einem Rezidiv führen (Wessberg 1982; Rubens 1988; Wolford 2000; Proffit 2007). Ebenso kann die Größe des präoperativen Mandibularplanumwinkels die Stabilität beeinflussen (Lake et al. 1981; Schendel & Epker 1980). Nach Scheuer und Höltje führt die Verminderung des Mandibularplanumwinkels, also eine Verkleinerung durch Autorotation des Unterkiefers zu einem erhöhten sagittalen Rezidiv (Scheuer & Höltje 2001). Laut Wolford kann bei bimaxillären Operationen ein Rezidiv des einen Kiefers auch zu einem Rezidiv im anderen führen (Wolford 2000). Laut Hoppenreijns oder Wolford können Zähne, die durch eine kieferorthopädische Vorbehandlung gelockert sind, ebenfalls zu einem

Rezidiv führen (Hoppenreijns 1997; Wolford 2000). Die kieferorthopädische Vorbehandlung war bei allen Patienten dieser Studie bereits abgeschlossen, trotzdem kann es noch bis zu zwei Jahre nach Beendigung der aktiven Bewegung der dadurch gelockerten Zähne zu Zahnbewegungen kommen (Schopf 2000). Seit Einführung der Schraubenosteosynthese 1974 haben viele Studien gezeigt, dass diese der Drahtosteosynthese in Bezug auf die Stabilität überlegen ist (Paulus & Steinhäuser 1982; Mommaerts & Hadjianghelou 1990; Dolce 2002). Die Schraubenosteosynthese wurde bei allen Patienten dieser Studie angewendet. Ob durch monomaxilläre oder bimaxilläre Operation die Stabilität zu- oder abnimmt, wird in der Literatur kontrovers diskutiert. So berichten beispielsweise Proffit et al. (2007) von stabileren Ergebnissen bei bimaxillären Operationen (Oberkiefervorverlagerung kombiniert mit Unterkieferrückverlagerung) im Gegensatz zu alleinigen Unterkieferrückverlagerungen, die nicht so stabile Ergebnisse zeigen. Begründet werden diese Verhältnisse durch die im Mittel größeren Verlagerungsstrecken der monomaxillären Operationen, die dann durch die größere Verlagerung auch eher zum Rezidiv neigen. Hingegen berichten Scheuer und Höltje von einer deutlich erhöhten Stabilität des unimaxillären Vorgehens gegenüber dem bimaxillären Vorgehen (Scheuer & Höltje 2001). Es konnten im Rahmen dieser Studie keine signifikanten Unterschiede zwischen den bimaxillären und monomaxillären Operationen ermittelt werden. Das Rezidiv liegt bei bimaxillären Eingriffen bei 23,79% und bei monomaxillären bei 21,18%. Allerdings konnten auch keine signifikant größeren Verlagerungsstrecken für die monomaxillären Operationen festgestellt werden.

Für das Rezidiv der monomaxillären Unterkieferrückverlagerung findet man in Studien Angaben von 7,1% (Kobayashi et al. 1986) bis zu 51,4% (Proffit et al. 1991). Costa et al. (2001) haben in ihrer Studie elf andere Studien zusammengefasst und kamen zu einem mittleren Rezidiv von 22,6% bei isolierten Unterkieferrückverlagerungen, was den Ergebnissen dieser Studie entspricht. Die Rezidivraten für bimaxilläre Operationen variieren in der Literatur von 9% (Moldez et al. 2000) bis 74% (Politi et al. 2004). McCance et al. (1992) berichten im Rahmen ihrer Studie von 20% Rezidiv für SNB und Apornmaeklong (2004) von 25% Rezidiv für Me. Die Mehrzahl der Studien präsentieren aber deutlich höhere Rezidivraten von circa 50%. Dies liegt daran, dass viele Autoren ausschließlich die klinisch relevanten Rezidive von über 2 darstellen. So berichten Proffit et al. (1991) von 51% Rezidiv für den B-Punkt oder Choi et al. (2005) von 48% Rückstellung für den B-Punkt. Das Rezidiv der klinisch relevanten Rückstellung für den B-Punkt dieser Arbeit liegt ebenfalls in dieser

Größenordnung bei 51,15%. Die Rezidivwerte für den A-Punkt liegen bei bimaxillären Operationen bei Costa et al. (2001) bei 13,4% oder bei Politi et al. (2002) bei 17,4%. In dieser Studie liegt die prozentuale Rückstellung des A-Punktes mit 27,1% deutlich über den Angaben aus der Literatur. Das Patientenkollektiv dieser Studie zeigt im Mittel sehr kleine Verlagerungstrecken für den Oberkiefer von 1,66 mm mit einer durchschnittlichen Rückstellung von 0,45 mm. Insgesamt lagen die durchschnittlichen Verlagerungen der Maxilla selten über dem klinisch signifikanten Wert von 2 mm. Sind nun die operativen Verlagerungen so klein, ist automatisch auch der Wert für die Rückstellung sehr klein und nah an Messungenauigkeiten und projektionsbedingten Schwankungen, was zu einer Verfälschung des Ergebnisses führen kann. Deshalb sollten diese Werte für den Oberkiefer vorsichtig interpretiert werden.

## 5. Zusammenfassung

Die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Kieferorthopäde und Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurg ist ein wesentlicher Bestandteil eines guten Behandlungsergebnisses ausgeprägter Dysgnathien. Grundlage dieser Untersuchung waren Daten von 30 Patienten, die interdisziplinär kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgisch im Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein in Kiel therapiert wurden. Alle Patienten konnten einer skelettalen Klasse III zugeordnet werden, die mit einer Unterkieferrückverlagerung nach Obwegeser Dal Pont behandelt wurde. Bei 24 der insgesamt 30 Patienten wurde zusätzlich der Oberkiefer nach Le-Fort-I vorverlagert. Ziel der Arbeit war es anhand der gemessenen Daten zu bestimmen, ob und inwieweit nach Abschluss einer kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Gesamtbehandlung einer skelettalen Klasse III mit einem Rezidiv zu rechnen ist.

Von den Patienten wurden ein prä- und zwei postoperative Fernröntgenseitenbilder eingescannt und computergestützt ausgewertet. Der überwiegende Anteil der in Zahn-, Mund- und Kieferklinik in Kiel therapierten Patienten zeigte ein stabiles Behandlungsergebnis nach 6 Monaten.

Grundsätzlich kann man feststellen, dass die Ergebnisse dieser Studie vergleichbar mit den in der Literatur erschienenen Ergebnissen sind.

21% der im Oberkiefer operierten Patienten und 27% der im Unterkiefer operierten Patienten zeigten hingegen ein Rezidiv, das über dem klinisch relevanten Wert von 2 mm/° lag. Die Oberkiefervorverlagerung war demnach stabiler. Ebenso konnte festgestellt werden, dass das Ausmaß der Unterkieferrückverlagerung mit dem Ausmaß des Rezidivs korreliert: je größer die Unterkieferrückverlagerung, desto größer war auch das Rezidiv. Für den Oberkiefer konnte statistisch keine Korrelation festgestellt werden. Es konnten im Rahmen dieser Studie keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf das Rezidiv zwischen den bimaxillären und monomaxillären Operationen ermittelt werden.

## 6. Literaturverzeichnis

**Angle EH (1899)**, Classification of malocclusion, Dental Cosmos, 41: 248-264

**Angle EH (1907)**, Treatment of malocclusion of the teeth., 7th ed, Philadelphia, S.S. White.

**Arpornmaeklong P, Shand J M, Heggie A A (2004)**, Skeletal stability following maxillary impaction and mandibular advancement, Int J Oral Maxillofac Surg, 33: 656-663

**Axhausen G (1937)**, Über die korrigierende Osteotomie am Oberkiefer, Dtsch Z Chir, 248: 515-522

**Ayoub A F, Millett D T, Hasan S (2000)**, Evaluation of skeletal stability following surgical correction of mandibular prognathism; Br J of Oral Maxillofac Surg, 38: 305-311

**Aziz SR (2004)**, Simon P. Hüllihen and the origin of orthognathic surgery, J Oral Maxillofac Surg, 62: 1303-1307

**Bauer W, Diedrich P (1990)**, Motivation und Erfolgsbeurteilung erwachsener Patienten zur kieferorthopädischen Behandlung- Interpretation einer Befragung, J Orofac Orthop, 3: 180-188

**Bazant V, Miksa J (1960)**, Die Häufigkeit der Okklusionsanomalien in sagittaler Richtung in der Klassifikation nach Angle bei Erwachsenen, J Orofac Orthop, 21: 328-338

**Bell W H (1975)**, Le Fort I osteotomy for correction of maxillary deformities, J Oral Surg, 33: 412-426

**Bimler, H P (1952)**, Die Behandlung der Progenie mit Gebißformern, ZWR 24: 549-555

**Björk A (1968)**, The use of metallic implants in the study of facial growth in children: method and application, Am J Phys Anthropol, 29: 243-254

**Blair V P (1906)**, A report of a case of double resection for the correction of protrusion of the mandible, Dent Cosmos, 48: 817-820

**Broadbent B H (1931)**, A new x-ray technique and its application to orthodontics, Angle Orthod, 1: 45-66

**Broadbent T R, Woolf R M (1977)**, Our experience with the sagittal split osteotomie for retrognathia. Plast Reconstr Surg 66: 860-867.

**Burden D, Johnsten C, Kennedy D, Harradine N, Stevensen M (2007)**, A cephalometric study of class II malocclusions treated with mandibular surgery, Am J Orthod Dentofacial Orthop, 131: 7.e1-7.e8

**Busby B R, Bailey T J, Proffit W R, Phillips C, White R P (2002)**, Long-term stability of surgical Class III treatment: A study of 5-year postsurgical results, *Int J Adult Orthod Orthognath Surg*, 17: 159–170

**Cho H J (2007)**, Long-term stability of surgical mandibular setback, *Angle Orthod*, 77: 851-856

**Choi H-S, Rebellato J, Yoon H J, Lund B A (2005)**, Effect of mandibular setback via bilateral sagittal split ramus osteotomy on transverse displacement of the proximal segment, *J Oral Maxillofac Surg*, 63: 908-911

**Cohn-Stock G (1921)**, Die chirurgische Immediatregulierung der Kiefer, speziell die chirurgische Behandlung der Progenie, *Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde* 37: 320-354

**Costa F, Roblony M, Sembronio S, Polini F, Politi M (2001)**, Stability of skeletal class III malocclusion after combines maxillary and mandibular procedures, *Int J Adult Orthod Orthognath Surg*, 16: 179-192

**Dal Pont G (1961)**, Retromolar osteotomy for the correction of prognathism, *J Oral Surg Anesth Hosp Dent Serv*, 19: 42-47

**Denison T F, Kokich V G, Shapiro P A (1989)**, Stability of maxillary surgery in openbite versus nonopenbite malocclusion, *Angle Orthod*; 59, 5-10

**Dolce C, Hatch J P, Van Sickels J E, Rugh J D (2002)**, Rigid versus wire fixation for mandibular advancement: skeletal and dental changes after 5 years, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 121: 610-619

**Dowling P A, Espeland L, Sandvik L, Mobarak K A, Hogevoid H E (2005)**, LeFort I maxillary advancement: 3-year stability and risk factors for relapse, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 128: 560-567

**Epker B N, Wolford L M (1975)**, Middle third facial osteotomies: their use in the correction of acquired and developmental dentofacial and craniofacial deformities, *J Oral Surg*, 33: 491-508

**Foster T D, Howat A P, Naish P J (1981)**, Variation in cephalometric reference lines, *Brit J Orthod*, 8: 183-187

**Hasund A (1974)**, Klinische Kephalmetrie für die Bergen Technik. Kieferorthopädische Abteilung des Zahnärztlichen Instituts der Universität Bergen, Bergen, Norwegen.

**Hofrath H (1931)**, Die Bedeutung von Röntgenfern- und Abstandsaufnahme für die Diagnostik der Kieferanomalien, *Fortschr Orthodont*, 1: 232–258

**Hullihen, (1849)**, Case of elongation of the underjaw and distorsion of the face and neck, caused by a burn, successfully treated, *Am J Dent Sci*, 9: 157-161.

**Jacobsen A (1975)**, The „wits“ appraisal of jaw disharmony, Am J Orthod, 67: 125-138

**Jakobsone G, Stenvik A, Sandvik L, Espeland L (2011)**, Three-year follow-up of bimaxillary surgery to correct skeletal Class III malocclusion: stability and risk factors for relapse, Am J Orthod Dentofacial Orthop, 139: 80-89

**Kierl M J, Nanda R S, Currier G (1990)**, A 3-year evaluation of skeletal stability of mandibular advancement with rigid fixation, J Oral Maxillofac Surg, 48: 587-592

**Kobayashi T, Watanabe I, Ueda K, Nakajima T (1986)**, Stability of the mandible after sagittal osteotomy for correction of prognathism, J Oral Maxillofac Surg, 44: 698-702

**Komori E, Algase K, Sugisaki M, Tanabe H (1989)**, Cause of early skeletal relapse after mandibular setback, Am J Orthod Dentofac Orthop, 95: 29-36

**Lake S L, McNeill R W, Little R M, West R A (1981)**, Surgical mandibular advancement: a cephalometric analysis of treatment response, Am J Orthod, 80: 376-394

**Mommaerts M Y, Hadjiangelou O (1990)**, Positional changes after mandibular advancement by sagittal split osteotomies and wire osteosynthesis, J Cranio-Max-Surg, 18: 93-106

**Nitsche T, Püttner M, Wiltfang J (2011)**, Eine retrospektive Analyse der postoperativen Kondylenposition mit und ohne Positionierungshilfen in der orthognaten Chirurgie, Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift, 66: D18-19

**Obwegeser H (1970)**, Die einzeitige Vorbewegung des Oberkiefers und Rückverlagerung des Unterkiefers zur Korrektur der extremen Progenie, Schweiz Mschr Zahnheilk, 80: 547-556

**Obwegeser H (1965)**, Eingriffe am Oberkiefer zur Korrektur des prognathen Zustandsbildes, Schweiz Mschr Zahnheilk, 75: 365-374

**Paulus G W, Steinhäuser E W (1982)**, A comparative study of wire osteosynthesis versus bone screws in the treatment of mandibular prognathism, J Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 54: 2-6.

**Politi M, Costa F, Robiony M, Soldano F, Isola M (2002)**, Stability of maxillary advancement for correction of skeletal Class III malocclusion after combined maxillary and mandibular procedures: Preliminary results of an active control equivalence trial for semirigid and rigid fixation of the maxilla, Int J Adult Orthod Orthognath Surg, 17: 98-110

**Proffit W R, Bailey T J, Phillips C, Turvey T A (2000)**, Long-term stability of surgical open-bite correction by le fort I osteotomy, Angle Orthod, 70: 112-127

**Proffit W R, Turvey T A, Phillips C (2007)**, The hierarchy of stability and predictability in orthognathic surgery with rigid fixation: an update and extension, Head and Face Magazine 3: 1-11



**Reichart P A, Hausamen J-E, Becker J, Neukam F W, Schliephake H, Schmelzeisen R (2002),** Curriculum Zahnärztliche Chirurgie, Quintessenz, Berlin

**Richter U und F, Klein J, Michel C (1990),** Das vertikale und sagittale Rezidiv nach kieferorthopädisch-kieferchirurgischer Korrektur distaler Bisslagen, Inf Orthod Kieferorthop, 4: 468

**Ricketts R M (1950),** Variation of the temporomandibular joints as revealed by cephalometric laminography, Am J Orthod, 36: 877-898.

**Rubens B C, Stoelinga P J W, Blijdorp P A, Schoenaers J H A, Politis C (1988),** Skeletal stability following sagittal split osteotomy using monocortical miniplate internal fixation, Int J Oral Maxillofac Surg, 17: 371-376

**Scheuer H A, Höltje W-J (2001),** Stabilität des Unterkiefers nach hoher sagittaler supraforaminaler Osteotomie, Mund Kiefer Gesichts Chir, 5: 283-292

**Schopf P (2000),** Kieferorthopädie, 3. überarbeitete und erweiterte Auflage, Quintessenz, Berlin

**Schuchardt K (1954),** Die Chirurgie als Helferin der Kieferorthopädie, Fortschritte der Kieferorthopädie, 15: 1-25

**Schwarz A M (1961),** Roentgenostatics, a practical evaluation of the x-ray headplate, Am J Orthod, 47: 561-585

**Schwenzer N, Ehrenfeld M (2000),** Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Spezielle Chirurgie, 3. aktualisierte und erweiterte Auflage, Thieme, Stuttgart

**Segner D, Hasund A (1998).** Individualisierte Kephalemetrie, 3. Aufl. Segner Verlag & Vertrieb, Hamburg.

**Spiessl B (1974),** Osteosynthese bei sagittaler Osteotomie nach Obwegeser- Dal Pont, Fortschr Kiefer Gesichtschir, 18: 145-148

**Steinhäuser E W (2003),** Rückblick auf die Entwicklung der Dysgnathiechirurgie und Ausblick, Mund Kiefer Gesichts Chir, 7: 371-379

**Trauner R, Obwegeser H (1955),** Zur Operationstechnik bei der Progenie und anderen Unterkieferanomalien, Dtsch Zahn Mund Kieferheilkd, 23: 1-26

**Von Langenbeck B (1859),** Beiträge zur Osteoplastik – Die osteoplastische Resektion des Oberkiefers. In: Göschen A, Deutsche Klinik. Reimer, Berlin , zit. n. Drommer R B, (1986), The history of the le fort I osteotomy, J Maxillofac Surg, 14: 119-122

**Wassmund M (1935),** Lehrbuch der praktischen Chirurgie des Mundes und der Kiefer, Band 1, Meusser; Leipzig

**Weiß C (2008)**, Basiswissen medizinische Statistik, 4.Auflage, Springer, Heidelberg

**Wessberg G A, Schendel S A, Epker B N (1982)**, The role of suprahyoid myotomie in surgical advancement of the mandible via sagittal split ramus osteotomies, J Oral Maxillofac Surg, 40: 273-277

**Wolford L M (2000)**, The sagittal split ramus osteotomy as the preferred treatment for mandibular prognathism, J Oral Maxillofac Surg, 58: 310-312

## 7. Anhang

### 7.1 Tabellen

#### 7.1.1 Kolmogorov-Smirnov

Pat.-Nr.	Kolmogorov-Smirnov-Z	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
1-1	1,09	<b>0,19</b>
1-2	0,92	<b>0,37</b>
1-3	1,03	<b>0,24</b>
2-1	1,41	<b>0,04</b>
2-2	1,38	<b>0,04</b>
2-3	1,39	<b>0,04</b>
3-1	1,05	<b>0,22</b>
3-2	1,06	<b>0,21</b>
3-3	1,05	<b>0,22</b>
4-1	0,92	<b>0,37</b>
4-2	0,96	<b>0,31</b>
4-3	1,00	<b>0,27</b>
5-1	0,99	<b>0,28</b>
5-2	1,06	<b>0,21</b>
5-3	1,04	<b>0,23</b>
6-1	1,02	<b>0,24</b>
6-2	1,00	<b>0,27</b>
6-3	1,00	<b>0,27</b>
7-1	1,32	<b>0,06</b>
7-2	1,33	<b>0,06</b>
7-3	1,37	<b>0,05</b>
8-1	1,37	<b>0,05</b>
8-2	1,41	<b>0,04</b>
8-3	1,44	<b>0,03</b>
9-2	1,27	<b>0,08</b>
9-3	1,26	<b>0,08</b>
10-1	1,28	<b>0,07</b>
10-2	1,22	<b>0,10</b>
10-3	1,23	<b>0,10</b>
11-1	1,24	<b>0,09</b>
11-2	1,23	<b>0,10</b>
11-3	1,23	<b>0,10</b>
12-1	1,20	<b>0,11</b>
12-2	1,15	<b>0,14</b>
12-3	1,14	<b>0,15</b>
13-1	1,07	<b>0,20</b>

Pat.-Nr.	Kolmogorov-Smirnov-Z	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
16-2	1,22	<b>0,10</b>
16-3	1,23	<b>0,10</b>
17-1	1,14	<b>0,15</b>
17-2	1,11	<b>0,17</b>
17-3	1,11	<b>0,17</b>
18-1	1,05	<b>0,22</b>
18-2	1,01	<b>0,26</b>
18-3	0,99	<b>0,28</b>
19-1	1,30	<b>0,07</b>
19-2	1,39	<b>0,04</b>
19-3	1,37	<b>0,05</b>
21-1	1,22	<b>0,10</b>
21-2	1,22	<b>0,10</b>
21-3	1,27	<b>0,08</b>
22-1	1,18	<b>0,12</b>
22-2	1,44	<b>0,03</b>
22-3	1,42	<b>0,04</b>
23-1	1,16	<b>0,14</b>
23-2	1,12	<b>0,16</b>
23-3	1,14	<b>0,15</b>
24-1	0,96	<b>0,32</b>
24-2	0,95	<b>0,32</b>
24-3	0,90	<b>0,39</b>
25-1	1,10	<b>0,18</b>
25-2	1,08	<b>0,19</b>
25-3	1,09	<b>0,19</b>
26-2	1,12	<b>0,16</b>
26-3	1,10	<b>0,18</b>
27-1	1,23	<b>0,10</b>
27-2	1,19	<b>0,12</b>
27-3	1,28	<b>0,08</b>
28-1	1,11	<b>0,17</b>
28-2	1,11	<b>0,17</b>
28-3	1,12	<b>0,16</b>
29-1	0,95	<b>0,32</b>
29-2	0,97	<b>0,31</b>

Pat.-Nr.	Kolmogorov-Smirnov-Z	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
13-2	1,25	<b>0,09</b>
13-3	1,26	<b>0,09</b>
14-1	1,11	<b>0,17</b>
14-2	1,15	<b>0,14</b>
14-3	1,17	<b>0,13</b>
15-1	1,13	<b>0,15</b>
15-2	1,14	<b>0,15</b>
15-3	1,15	<b>0,14</b>
16-1	1,21	<b>0,10</b>

Pat.-Nr.	Kolmogorov-Smirnov-Z	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
29-3	1,00	<b>0,27</b>
30-1	1,23	<b>0,10</b>
30-2	1,25	<b>0,09</b>
30-3	1,25	<b>0,09</b>
31-1	1,05	<b>0,22</b>
31-2	1,02	<b>0,25</b>
31-3	0,99	<b>0,29</b>

**Tabelle 18:**      **Wahrscheinlichkeitsverteilung nach Kolmogorov-Smirnov mit Angabe der asymptotischen Signifikanz (2-seitig) aller Patienten**

### 7.1.2 t-test

Paare	T-Wert	p-Wert
1-1 - 1-2	1,24	0,24
1-1 - 1-3	1,22	0,24
1-2 - 1-3	-0,39	0,70
2-1 - 2-2	0,28	0,78
2-1 - 2-3	0,37	0,71
2-2 - 2-3	-0,06	0,95
3-1 - 3-2	-0,67	0,52
3-1 - 3-3	-0,71	0,49
3-2 - 3-3	0,46	0,65
4-1 - 4-2	0,78	0,45
4-1 - 4-3	0,32	0,76
4-2 - 4-3	-0,71	0,49
5-1 - 5-2	0,25	0,81
5-1 - 5-3	0,83	0,42
5-2 - 5-3	1,99	0,07
6-1 - 6-2	1,11	0,29
6-1 - 6-3	0,66	0,52
6-2 - 6-3	-1,04	0,32
7-1 - 7-2	-0,90	0,38
7-1 - 7-3	-0,33	0,75
7-2 - 7-3	0,91	0,38
8-1 - 8-2	0,09	0,93
8-1 - 8-3	-0,47	0,64
8-2 - 8-3	-0,71	0,49

Paare	T-Wert	p-Wert
16-1 - 16-2	-0,88	0,39
16-1 - 16-3	-0,17	0,87
16-2 - 16-3	1,46	0,17
17-1 - 17-2	0,16	0,87
17-1 - 17-3	0,29	0,78
17-2 - 17-3	0,23	0,83
18-1 - 18-2	0,62	0,54
18-1 - 18-3	0,70	0,49
18-2 - 18-3	0,11	0,92
19-1 - 19-2	-1,00	0,33
19-1 - 19-3	0,12	0,91
19-2 - 19-3	1,29	0,22
21-1 - 21-2	-0,35	0,73
21-1 - 21-3	-2,17	0,05
21-2 - 21-3	-3,10	0,01
22-1 - 22-2	-0,52	0,61
22-1 - 22-3	1,17	0,26
22-2 - 22-3	3,66	0,00
23-1 - 23-2	-0,06	0,96
23-1 - 23-3	0,15	0,88
23-2 - 23-3	0,41	0,69
24-1 - 24-2	-0,75	0,47
24-1 - 24-3	0,47	0,64
24-2 - 24-3	1,32	0,21

Paare	T-Wert	p-Wert
9-1 - 9-2	2,64	0,02
9-1 - 9-3	3,13	0,01
9-2 - 9-3	-0,58	0,57
10-1 - 10-2	1,02	0,33
10-1 - 10-3	0,79	0,44
10-2 - 10-3	-1,00	0,34
11-1 - 11-2	0,00	1,00
11-1 - 11-3	0,27	0,79
11-2 - 11-3	0,44	0,67
12-1 - 12-2	0,60	0,56
12-1 - 12-3	0,46	0,65
12-2 - 12-3	-0,26	0,80
13-1 - 13-2	0,25	0,81
13-1 - 13-3	0,10	0,92
13-2 - 13-3	-0,25	0,81
14-1 - 14-2	1,00	0,33
14-1 - 14-3	0,79	0,44
14-2 - 14-3	-0,86	0,41
15-1 - 15-2	-0,86	0,41
15-1 - 15-3	-0,76	0,46
15-2 - 15-3	0,17	0,86

Paare	T-Wert	p-Wert
25-1 - 25-2	0,94	0,36
25-1 - 25-3	0,61	0,55
25-2 - 25-3	-0,59	0,56
26-1 - 26-2	-1,66	0,12
26-1 - 26-3	0,07	0,95
26-2 - 26-3	2,09	0,06
27-1 - 27-2	0,55	0,59
27-1 - 27-3	-0,67	0,52
27-2 - 27-3	-1,93	0,07
28-1 - 28-2	0,13	0,90
28-1 - 28-3	0,39	0,70
28-2 - 28-3	0,31	0,76
29-1 - 29-2	1,33	0,20
29-1 - 29-3	1,93	0,07
29-2 - 29-3	-0,85	0,41
30-1 - 30-2	1,60	0,13
30-1 - 30-3	1,39	0,19
30-2 - 30-3	-1,70	0,11
31-1 - 31-2	1,35	0,20
31-1 - 31-3	2,06	0,06
31-2 - 31-3	1,31	0,21

**Tabelle 19:** T-Test der verschiedenen Wertepaare aller Patienten mit T-Wert und p-Wert, Signifikanzniveau  $p \leq 0,05$

## **8. Danksagung**

Herrn Professor Dr. med. dent. Helge Fischer-Brandies gilt mein besonderer Dank für die Vergabe des Themas und der Ermöglichung meiner Promotion an der Klinik für Kieferorthopädie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

Herrn Robert Ciesielski danke ich für die überaus engagierte Unterstützung und die maßlose Geduld.

Auch möchte ich mich bei Herrn Dr. med. dent. Tobias Nitsche, Herrn Dr. med. dent. Bernd Koos und Herrn Dr. med. dent. Wolfgang Orthuber für die freundliche und kompetente Kritik bei allerlei Problemen bedanken.

Ein ganz besonderer Dank gilt Dr. med. dent. Sabine und Dr. med. dent. Alexander Runge, die mir beruflich viele Freiräume geschaffen haben, um diese Arbeit zu realisieren.

Für die immer freundliche Unterstützung und das Entgegenkommen möchte ich mich bei allen Mitarbeitern der Abteilung Kieferorthopädie und der Abteilung für Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie recht herzlich bedanken.

Ein großes Anliegen ist es mir, an dieser Stelle auch meiner Familie zu danken; im Besonderen meiner Mutter. Durch ihr Vertrauen und ihre Unterstützung wurden mein Zahnmedizinstudium und auch diese Arbeit erst möglich.

## 9. Lebenslauf

### Zur Person

Name: Friederike de Haan  
Geboren am: 04. Dezember 1982  
Geburtsort: Eckernförde

### Schulbildung

07/ 02 Allgemeine Hochschulreife

### Praktika

- Zahntechnik Godt GmbH, Bredstedt, September bis Oktober 2002

- Mürwiker Werkstätten GmbH, Niebüll  
(Behinderteneinrichtung)  
Beginn eines Freiwilligen Sozialen Jahres März 2003

### Studium

Beginn des Zahnmedizinstudiums im April 2003 zum Sommersemester an der Christian- Albrechts Universität zu Kiel. Staatsexamen im Juli 2008

### Auslandsaufenthalt

Weltreise September 2008 bis März 2009

### Promotionsarbeit

seit September 2009 an der Klinik für Kieferorthopädie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein – Campus Kiel

### Berufliche Tätigkeit

- 01.06.09 bis 31.03.10 Assistenz Zahnärztin in der Zahnarztpraxis  
Karl- Josef Austrup in Risum- Lindholm

- 15.04.10-15.06.11 Assistenz Zahnärztin in der Zahnarztpraxis  
Dr. Sabine und Dr. Alexander Runge, Prüner Gang 15, Kiel

- seit 16.06.11 angestellte Zahnärztin in der Zahnarztpraxis Dr.  
Sabine und Dr. Alexander Runge, Prüner Gang 15, Kiel

Kiel, den \_\_\_\_\_